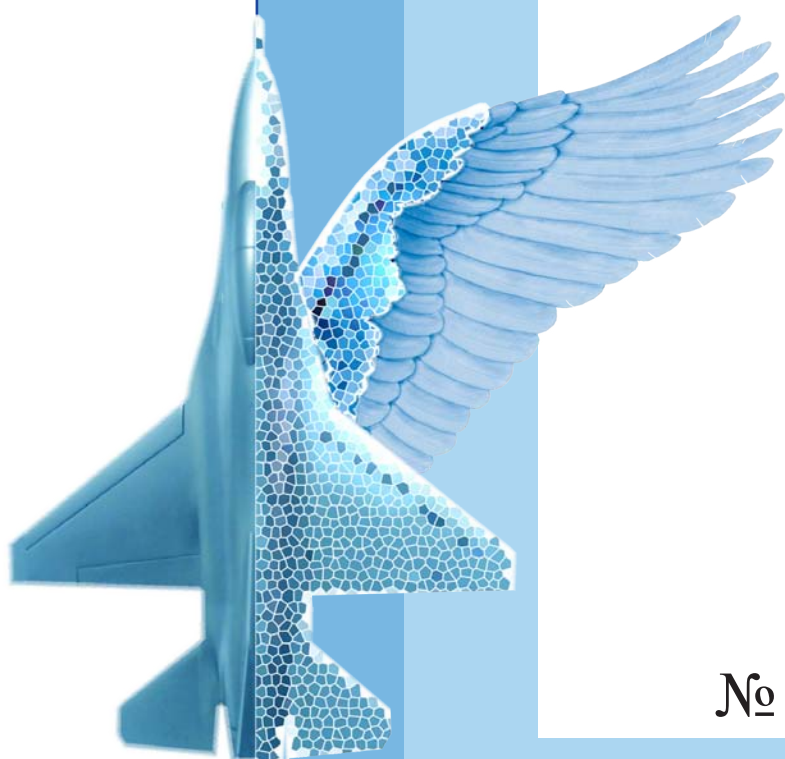


# ОНТОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ



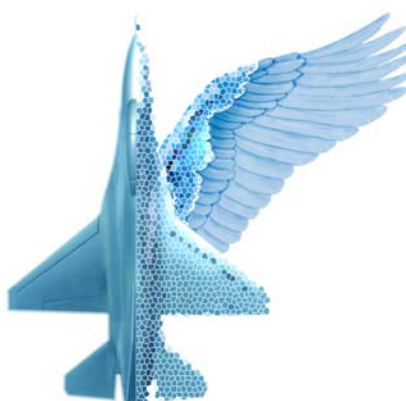
Том **5**  
№ **1** (15)/2015

**ОНТОЛОГИЯ**  
**ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Научный журнал

Том 5

№ 1(15)



## EDITORIAL BOARD – РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Anatoly I. <b>Belousov</b>	<b>Белоусов</b> Анатолий Иванович, д.т.н., профессор, СГАУ, г. Самара
Nikolay M. <b>Borgest</b>	<b>Боргест</b> Николай Михайлович, к.т.н., профессор СГАУ, член ИАОА, г. Самара
Yuri R. <b>Valkman</b>	<b>Валькман</b> Юрий Роландович, д.т.н., профессор, МНУЦ ИТиС НАН и МОН Украины, г. Киев
Stanislav N. <b>Vasiliev</b>	<b>Васильев</b> Станислав Николаевич, академик РАН, ИПУ РАН, г. Москва
Vladimir A. <b>Vittikh</b>	<b>Виттих</b> Владимир Андреевич, д.т.н., профессор, ИПУСС РАН, г. Самара
Vladimir V. <b>Golenkov</b>	<b>Голенков</b> Владимир Васильевич, д.т.н., профессор, БГУИР, г. Минск
Vladimir I. <b>Gorodetsky</b>	<b>Городецкий</b> Владимир Иванович, д.т.н., профессор, СПИИРАН, г. Санкт-Петербург
Nicholay G. <b>Zagoruiko</b>	<b>Загоруйко</b> Николай Григорьевич, д.т.н., профессор, ИМ СО РАН, г. Новосибирск
Alexander S. <b>Kleshchev</b>	<b>Клещёв</b> Александр Сергеевич, д.ф.-м.н., профессор, ИАПУ ДВО РАН, г. Владивосток
Valery A. <b>Komarov</b>	<b>Комаров</b> Валерий Андреевич, д.т.н., профессор, СГАУ, г. Самара
Sergey M. <b>Krylov</b>	<b>Крылов</b> Сергей Михайлович, д.т.н., профессор, СамГТУ, г. Самара
Victor M. <b>Kureichik</b>	<b>Курейчик</b> Виктор Михайлович, д.т.н., профессор, Технологический институт ЮФУ, г. Таганрог
Lyudmila V. <b>Massel</b>	<b>Массель</b> Людмила Васильевна, д.т.н., профессор., ИСЭМ СО РАН, г. Иркутск
Dmitry A. <b>Novikov</b>	<b>Новиков</b> Дмитрий Александрович, член-корреспондент РАН, ИПУ РАН, г. Москва
Semyon A. <b>Piyavsky</b>	<b>Пиавский</b> Семён Авраамович, д.т.н., профессор, СГАСУ, г. Самара
George <b>Rzevski</b>	<b>Ржевский</b> Георгий, профессор, Открытый университет, г. Лондон
Peter O. <b>Skobelev</b>	<b>Скобелев</b> Петр Олегович, д.т.н., НПК «Разумные решения», г. Самара
Sergey V. <b>Smirnov</b>	<b>Смирнов</b> Сергей Викторович, д.т.н., ИПУСС РАН, г. Самара
Anatoly V. <b>Sollogub</b>	<b>Соллогуб</b> Анатолий Владимирович, д.т.н., профессор, АО «РКЦ «Прогресс», г. Самара
Peter I. <b>Sosnin</b>	<b>Соснин</b> Петр Иванович, д.т.н., профессор, УлГТУ, г. Ульяновск
Dzhavdet S. <b>Suleymanov</b>	<b>Сулейманов</b> Джавдет Шевкетович, академик, вице-президент АН РТ, г. Казань
Robert I. <b>Tuller</b>	<b>Таллер</b> Роберт Израилевич, д.филос.н., профессор, СГАУ, г. Самара
Boris E. <b>Fedunov</b>	<b>Федунов</b> Борис Евгеньевич, д.т.н., профессор, ГосНИИ Авиационных систем, г. Москва
Altynbek <b>Sharipbay</b>	<b>Шарипбай</b> Алтынбек, д.т.н., профессор, Институт искусственного интеллекта, г. Астана
Boris Ya. <b>Shvedin</b>	<b>Шведин</b> Борис Яковлевич, к.психол.н., ООО «Дан Роуз», член ИАОА, г. Ростов-на-Дону

## Executive Editorial Board - Исполнительная редакция

Chief Editor <b>Smirnov S.V.</b>	Главный редактор	Смирнов С.В.	директор ИПУСС РАН
Executive Editor <b>Borgest N.M.</b>	Выпускающий редактор	Боргест Н.М.	директор изд-ва «Новая техника»
Editor <b>Kozlov D.M.</b>	Редактор	Козлов Д.М.	профессор СГАУ
Technical Editor <b>Simonova A.U.</b>	Технический редактор	Симонова А.Ю.	редактор изд-ва «Новая техника»
Translation Editor <b>Korovin M.D.</b>	Редактор перевода	Коровин М.Д.	аспирант СГАУ
Proofreader <b>Shustova D.V.</b>	Корректор	Шустова Д.В.	аспирант СГАУ

## CONTACTS – КОНТАКТЫ

### ИПУСС РАН

443020, Самара, ул. Садовая, 61.  
тел.: +7 (846) 332 39 27, факс.: +7 (846) 333 27 70

Смирнов С.В.  
smirnov@iccs.ru

### СГАУ

443086, Самара, Московское шоссе 34, корп. 10, кафедра КиПЛА  
тел.: +7 (846) 267 46 47, факс.: +7 (846) 267 46 46

Боргест Н.М.  
borgest@yandex.ru

### Издательство «Новая техника»

443010, Самара, ул.Фрунзе, 145, тел.: +7 (846) 332 67 84, факс: +7 (846) 332 67 81

Сайт журнала: [http://agora.guru.ru/scientific\\_journal/](http://agora.guru.ru/scientific_journal/)

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). Номер контракта 64-03/2012.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Свидетельство ПИ № ФС 77-46447 от 7.09.2011 г.



Отпечатано в издательстве «Новая техника»  
Подписано в печать 30.03.2015. Тираж 300 экз.

© Все права принадлежат авторам публикуемых статей  
© Издательство «Новая техника», 2011-2015  
© ИПУСС РАН, 2015  
© СГАУ, 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>От редакции</b>	
<b>ПОНИМАНИЕ ГРЕЧЕСКОЙ ФИЛОСОФИИ</b>	<b>5-6</b>
<b>Н.Г. Загоруйко, И.А. Борисова, О.А. Кутненко, В.В. Дюбанов, Д.А. Леванов</b>	<b>7-18</b>
<b>КОНКУРЕНТНОЕ СХОДСТВО КАК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ     БАЗОВЫЙ ИНСТРУМЕНТ КОГНИТИВНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ</b>	
<b>Н.М. Боргест</b>	<b>19-29</b>
<b>РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗОВ ПРИ СОЗДАНИИ АРТЕФАКТОВ     КАК МЕТАФОРА И КАК ПРИКЛАДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ     ОНТОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ</b>	
<b>Ю.А. Загоруйко</b>	<b>30-46</b>
<b>СЕМАНТИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ     ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ, ОРИЕНТИРОВАННАЯ     НА ЭКСПЕРТОВ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ</b>	
<b>Н.В. Лукашевич, Б.В. Добров</b>	<b>47-69</b>
<b>ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ОНТОЛОГИЙ     ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ     В ШИРОКИХ ПРЕДМЕТНЫХ ОБЛАСТЯХ</b>	
<b>Д.В. Шустова</b>	<b>70-84</b>
<b>ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ ОСНОВ     ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ     И ПРОИЗВОДСТВА АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ</b>	
<b>В.В. Попков</b>	<b>85-109</b>
<b>АРИФМЕТИКА СОЗНАНИЯ ДЖ. СПЕНСЕРА-БРАУНА</b>	
<b>В.И. Левин</b>	<b>110-123</b>
<b>АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ ФУНКЦИЙ,     ЗАДАНЫХ С ТОЧНОСТЬЮ ДО ИНТЕРВАЛА</b>	
<b>НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ 2015</b>	<b>124-125</b>
<b>РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИЗДАНИЯ</b>	<b>126</b>
<b>КРУГОСВЕТНОЕ ПУТЕШЕСТВИЕ ЖУРНАЛА</b>	<b>127</b>
<b>ЮБИЛЕЙНЫЕ ЗАМЕТКИ</b>	<b>128</b>

## CONTENT

<b>From the Editors</b>	
UNDERSTANDING GREEK PHILOSOPHY	5-6
<b>N.G. Zagoruiko, I.A. Borisova, O.A. Kutenko, V.V. Dyubanov, D.A. Levanov</b>	7-18
RIVAL SIMILARITY AS AN UNIVERSAL BASIC TOOL OF COGNITIVE DATA MINING	
<b>N.M. Borgest</b>	19-29
PATTERN RECOGNITION BY DESIGNING ARTIFACTS IS AS METAPHOR AND AS APPLIED TECHNOLOGY OF ONTOLOGY OF DESIGNING	
<b>Yu.A. Zagorulko</b>	30-46
SEMANTIC TECHNOLOGY FOR DEVELOPMENT OF INTELLIGENT SYSTEMS ORIENTED TO EXPERTS IN SUBJECT DOMAIN	
<b>N.V. Loukachevitch, B.V. Dobrov</b>	47-69
DEVELOPING LINGUISTIC ONTOLOGIES IN BROAD DOMAINS	
<b>D.V. Shustova</b>	70-84
APPROACH TO DEVELOPING A SEMANTIC BASIS OF INFORMATION SYSTEMS FOR DESIGN AND PRODUCTION AIRCRAFT	
<b>V.V. Popkov</b>	85-109
G. SPENCER–BROWN’S ARITHMETIC OF CONSCIOUSNESS	
<b>V.I. Levin</b>	110-123
ANALYSIS OF FUNCTIONS WHICH SPECIFIED UP TO INTERVAL	
<b>SCIENTIFIC CONFERENCE 2015</b>	124-125
<b>RECOMMENDED BOOKS</b>	126
<b>TRIP AROUND THE WORLD FOR DEVELOPMENT OF OUR JOURNAL</b>	127
<b>ANNIVERSARY NOTE</b>	128



## ПОНИМАНИЕ ГРЕЧЕСКОЙ ФИЛОСОФИИ UNDERSTANDING GREEK PHILOSOPHY

活用希臘哲學

*Пока Земля ещё вертится, пока ещё ярок свет,  
Господи, дай же ты каждому, чего у него нет...*

Б. Ш. Окуджава

...А «нет» чаще всего системного видения, понимания, нет в головах выпускников наших ВУЗов онтологии предметной области и онтологии решаемых в ней задач. Причём потребность в специалистах, обладающих такими знаниями, неуклонно растёт вместе с объёмом данных, которые обрушиваются на каждого из нас со скоростью размещения и производства информации разного толка в компьютерных сетях.

Направление Big Data и важнейшая его часть - *семантический анализ* - уже неоднократно освещались в статьях нашего журнала. Во 2-м номере за 2014 год был даже размещён перевод на русский язык «Коммюнике онтологического саммита 2014: Прикладные онтологии в семантической сети и больших данных (Semantic Web and Big Data Meets Applied Ontology)», в котором представители сообществ Семантической сети (Semantic Web), Связанных данных (Linked Data) и Прикладных онтологий (Applied Ontology) обсуждали вопросы разработки онтологий и семантической интеграции.

Модное течение Big Data теперь нашло свою прописку и в Самарском государственном аэрокосмическом университете имени академика С.П. Королёва (СГАУ), в котором создана лаборатория по обработке данных сверхбольшого объёма. В ближайшее время СГАУ и Международному институту рынка (г. Самара) предстоит разработать программы подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров, обладающих знаниями в области принятия управленческих решений на основе технологий Big Data<sup>1</sup>...

Семантическому анализу и семантическим технологиям в основном посвящен и этот 1-й номер уже 5-го тома нашего журнала.

Фундаментальным основам анализа данных посвящена статья ушедшего от нас **Н.Г. Загоруйко** и его коллег из Института математики им. С.Л. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск) и Новосибирского государственного университета. В обзоре научных результатов последних лет показан потенциал предложенной Николаем Григорьевичем функции конкурентного сходства, которая расценивается как универсальный базовый инструмент когнитивного анализа данных, оценки компактности и делимости образов.

Тему распознавания образов продолжает в своей статье *Н.М. Боргест* (ИПУСС, СГАУ). Онтологический анализ проектирования и распознавания образов позволил ему выйти на аналогии в этих видах деятельности и установить «подобие по Аристотелю». В статье предлагается метод построения образа будущего артефакта на основе матрицы проекта этого объекта с применением мультиагентной технологии при её формировании и заполнении.

Заведующий лабораторией Института систем информатики им. А.П. Ершова Сибирского отделения Российской академии наук *Ю.А. Загоруйко* (г. Новосибирск) посвятил свою статью оригинальной семантической технологии разработки интеллектуальных систем. Отличие предлагаемой технологии состоит, прежде всего, в ориентации на экспертов предметной области, а также в использовании недоопределённой модели данных А.С. Нариньяни.

<sup>1</sup> В СГАУ создана лаборатория по обработке данных сверхбольшого объёма на основе Big Data.  
<http://www.ssau.ru/news/11240-V-SGAU-sozdana-laboratoriya-po-obrabotke-dannykh-sverkhbolshogo-obema-na-osnove-Big-Data/>

В статье сотрудников Научно-исследовательского вычислительного центра МГУ им. М.В.Ломоносова *Н.В. Лукашевич* и *Б.В. Доброва* (г. Москва) рассматривается модель лингвистической онтологии для автоматической обработки текстов предметной области, в состав которой входят тысячи разных классов сущностей, имеющих между собой неограниченные типы отношений и ситуаций. По мнению авторов, предложенная система отношений отражает наиболее существенные взаимосвязи между сущностями и может применяться для описания отношений между понятиями в самых разных предметных областях.

*Д.В. Шустова* из СГАУ представила в своей статье основные фазы современного подхода к разработке семантических основ информационных систем на примере проектирования и производства авиационной техники.

В статье директора Международного института Александра Богданова (г. Екатеринбург) *В.В. Попкова* на конкретных примерах показана онтологическая асимметрия логики Аристотеля и её преодоление с помощью алгебры и арифметики Спенсера–Брауна, разъясняется роль исчисления индикаций как математического аппарата для моделирования когнитивных процессов.

На основе аппарата интервальной математики и интервально-дифференциального исчисления *В.И. Левиным* из государственного технологического университета (г. Пенза) предложен алгоритм детерминизации, который позволяет свести задачу вычисления и анализа поведения неполностью определённой функции к двум аналогичным – для верхней и нижней граничных функций.

В своём обращении от редакции мы традиционно «заряжаем» нашего читателя порцией информации о достижениях великих учёных прошлого и, в частности, об основателях онтологического подхода и выработанных формализмах проектной деятельности. Сегодняшнее обращение мы связали с этой темой лишь символично, озаглавив его так же, как именуется курс Национального университета Тайваня, размещенный на сайте Coursera<sup>2</sup> (<https://www.coursera.org>). Это курс «Понимание греческой философии». На этом же образовательном ресурсе наше внимание привлекли также курсы: «Введение в системное проектирование», который подготовлен в университете Австралии (University of New South Wales - Университет Нового Южного Уэльса) и поддержан учебным пособием по практике системного проектирования<sup>3</sup>, и «Анализ процессов: обработка и анализ данных в действии», разработанный в Техническом университете Эйндховена (Eindhoven University of Technology, Netherlands) и поддержанный монографией<sup>4</sup>.

Редакция журнала выражает уверенность, что и российский курс «**Онтология проектирования**», подготовленный в СГАУ и изучаемый магистрантами ряда направлений, внесёт свой вклад в формирование системного подхода при решении проектных задач будущими исследователями и конструкторами.



<sup>2</sup> Coursera - образовательная платформа, предлагающая бесплатные онлайн-курсы для каждого. На март 2015 года зарегистрировано около 12 миллионов пользователей Coursera. Всего доступно 986 различных учебных курсов, предоставленных ведущими университетами и организации мира (116 партнеров).

<sup>3</sup> R.I. Faulconbridge and M.J. Ryan, Systems Engineering Practice, Argos Press, Canberra, 2014. – 320 p.

<sup>4</sup> Process Mining: Discovery, Conformance and Enhancement of Business Processes by W.M.P. van der Aalst, Springer Verlag, 2011. – 352 p. (ISBN 978-3-642-19344-6)

УДК 519.95

## КОНКУРЕНТНОЕ СХОДСТВО КАК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ БАЗОВЫЙ ИНСТРУМЕНТ КОГНИТИВНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

Н.Г. Загоруйко<sup>1</sup>, И.А. Борисова<sup>1</sup>, О.А. Кутненко<sup>2</sup>, В.В. Дюбанов<sup>3</sup>, Д.А. Леванов<sup>4</sup>

*Институт Математики им. С.Л. Соболева СО РАН,  
Конструкторско-технологический институт вычислительной техники СО РАН,  
Новосибирский Государственный Университет, Новосибирск, Россия*  
<sup>1</sup>biamia@mail.ru, <sup>2</sup>olga@math.nsc.ru

*Институт Математики им. С.Л. Соболева СО РАН, Новосибирск, Россия*  
<sup>3</sup>vladimir.dyubanov@gmail.com, <sup>4</sup>levanovd@gmail.com

### Аннотация

При решении задач анализа данных (классификации, таксономии, выбора признаков, прогнозирования) человек применяет некий универсальный психофизиологический механизм познания, ключевую роль в котором, по нашему мнению, играют способность оценивать меру сходства между объектами и стремление к максимальной компактности и простоте описания мира в терминах этой меры сходства. Николаем Григорьевичем Загоруйко была предложена модель для оценивания сходства объекта с образом, основанная на учете конкурентной ситуации. В статье определяется функция конкурентного сходства (FRiS-функция) и описываются возможности её использования для оценки компактности и разделимости образов. Эти оценки легли в основу алгоритмов для решения задач построения решающего правила (алгоритм FRiS-Stolp), выбора информативных признаков (алгоритм FRiS-GRAD) и цензурирования (алгоритм FRiS-Censor). Основные идеи и свойства этих алгоритмов, а также результаты их применения к модельным и реальным задачам представлены в данной статье.

**Ключевые слова:** когнитивный анализ данных, распознавание, выбор признаков, цензурирование, функция конкурентного сходства.

### Введение

Когнитивный анализ данных направлен на изучение методов, с помощью которых человек извлекает закономерности из информации об окружающем мире и затем использует их для получения новых знаний, для более эффективного принятия решений. Эти исследования служат основой для построения компьютерных систем анализа данных, которые, имитируя простейшие когнитивные способности человека, позволяют решать задачи больших объемов, извлекать закономерности тогда, когда человеческих ресурсов на это не хватает. Ярким примером такой задачи могут служить результаты микрочипирования (microarrays) – технологии измерения активности большого количества генов одновременно, которая активно развивается, в том числе, в связи с задачей установления связей между различными заболеваниями и особенностями функционирования генома пациента. Результатом таких исследований становятся таблицы, содержащие информацию о сотнях пациентов и десятках тысяч генов, обработать которые вручную не представляется возможным.

Анализ данных, как направление кибернетики, начал активно развиваться с середины прошлого века, а в связи с появлением компьютеров и непрерывным ростом их мощностей стал неотъемлемой частью исследований в самых разных областях медицины, биологии, геологии, социологии, экономики и пр. У истоков этого направления наряду с такими учёными как С.А. Айвазян [1], Э.М. Браверманн [2], В.Н. Вапник [3], Ю.И. Журавлев [4],



При изменении количества столпов  $L$  меняется качество описания  $H$  обучающей выборки и ошибка распознавания  $E$  тестовой выборки. Выдвигается и проверяется гипотеза о том, что между функциями  $H(L)$  и  $E(L)$  имеется закономерная связь, используя которую можно найти такое количество столпов, что дальнейшее увеличение числа столпов ведёт к переобучению.

Проверка этой гипотезы проводилась на модельной задаче распознавания двух образов, каждый из которых представлял собой суперпозицию нескольких (от 2-х до 4-х) нормально распределённых кластеров в двумерном пространстве признаков. Рассматривалось 10 распределений, которые отличались друг от друга количеством образующих нормальных компонентов, их дисперсиями, координатами математических ожиданий и количеством объектов в компонентах. Каждый образ был представлен 250 объектами. При каждом распределении выборка 100 раз случайным способом делилась на две части: обучающую (по 50 объектов первого и второго образов) и контрольную (по 200 объектов каждого образа). Количество экспериментов при различных численных реализациях исходных данных было равно 1000.

Результаты отдельных экспериментов, приведенные на рисунке 2, служат подтверждением выдвинутого предположения. Таким образом, сформулирована и экспериментально подтверждена гипотеза о том, что точка перегиба кривой (первый локальный максимум функции  $H$ ), описывающей разделимость классов, может служить сигналом о начале переобучения. Объекты, оставшиеся незащищёнными, считались выбросами и исключались из рассмотрения.

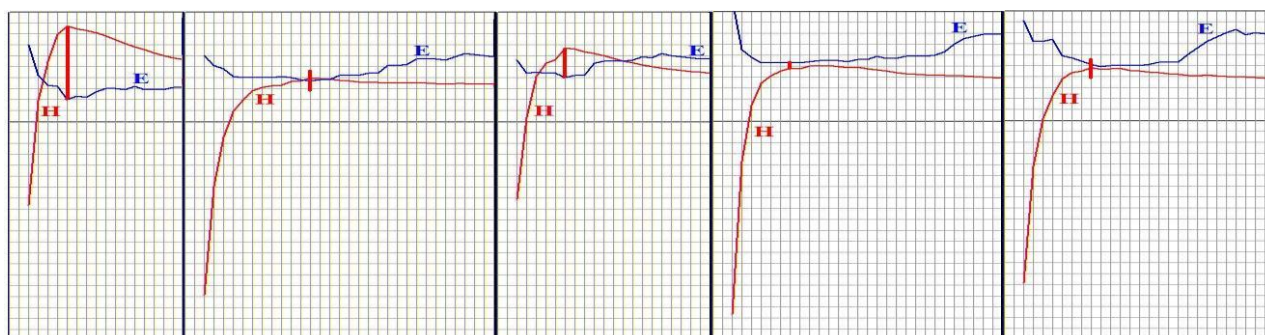


Рисунок 2 - Графики качества описания обучающей выборки ( $H$ ) и графики ошибки распознавания ( $E$ ) в зависимости от числа выбранных эталонов

Алгоритм FRiS-Censor [16], отыскивающий эту точку перегиба, позволил улучшить качество распознавания в сравнении со стандартным алгоритмом FRiS-Stolp на 3-5%. При этом число столпов, достаточных для описания выборки, снижалось в среднем в 3 раза относительно числа столпов, достаточных для защиты всех объектов выборки.

## Заключение

Функция конкурентного сходства оказалась универсальным инструментом для разработки алгоритмов решения различных типов задач когнитивного анализа данных. Наиболее интересные и убедительные результаты работоспособности этой модели были получены для задачи выбора информативной системы признаков в случае плохо обусловленных задач сложной структуры. Помимо задач, описанных выше, с её помощью удалось решить задачу таксономии (алгоритм FRiS-Tax [17]), задачу частичного обучения (алгоритм FRiS-TDR [18]), задачу заполнения пробелов в двух- и трёхмерных таблицах данных (FRiS-ZET и 3D-ZET [19]). Все эти алгоритмы показали свою эффективность и активно используются для решения прикладных задач в самых разных областях.

Достижение таких результатов было бы невозможным без светлых идей и чуткого руководства Загоруйко Николая Григорьевича. Мы благодарны судьбе за возможность работать с этим удивительно талантливым и мудрым человеком. **Светлая ему память.**

## Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 14-01-00039.

## Список источников

- [1] Айвазян, С.А. Прикладная статистика. Основы моделирования и первичная обработка данных / С.А. Айвазян, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 471 с.
- [2] Arkadev, A.G. Computers and Pattern Recognition / A.G. Arkadev, E.M. Braverman. - Thompson Book Company, 1967. – 115 p.
- [3] Vapnik, V.N. Statistical Learning Theory / V.N. Vapnik. – NY: Wiley-Interscience, 1998. – 740 p.
- [4] Журавлев, Ю.И. Об алгебраическом подходе к решению задач распознавания или классификации / Ю.И. Журавлев // Проблемы кибернетики. – 1978. – Т. 33. – С. 5-68.
- [5] Ivakhnenko, A.G. Cybernetics and forecasting techniques / A.G. Ivakhnenko, V.G. Lapa. – NY.: Elsevir Publishing Company, 1967. – 168 p.
- [6] Шлезингер, М.И. Математические средства обработки изображений / М.И. Шлезингер. - К.: Наукова думка, 1989. – 198 с.
- [7] Загоруйко, Н.Г. Когнитивный анализ данных / Н.Г. Загоруйко. – Новосибирск: Академическое изд-во ГЕО, 2013. – 186 с.
- [8] Загоруйко, Н.Г. Прикладные методы анализа данных и знаний / Н.Г. Загоруйко. – Новосибирск: Изд-во ИМ СО РАН, 1999. – 270 с.
- [9] Загоруйко, Н.Г. Методы распознавания и их применение / Н.Г. Загоруйко. – М.: Советское радио, 1972. – 208 с.
- [10] Zagoruiko, N.G. A quantitative measure of compactness and similarity in a competitive space / N.G. Zagoruiko, I.A. Borisova, V.V. Dyubanov, O.A. Kutnenko // Journal of Applied and Industrial Mathematics. – 2011. - V. 5. - №1. – P. 144-154.
- [11] Kira, K. The Feature Selection Problem: Traditional Methods and a New Algorithm / K. Kira, L. Rendell // Proc. 10 Nat. Conf. Artificial Intelligence (AAAI-92). - Menlo Park: AAAI Press, 1992. – P. 129-134.
- [12] Rousseeuw, P.J. Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis / P.J. Rousseeuw // J. Comput. Appl. Math. – 1987. - V. 20. – P. 53–65.
- [13] Zagoruiko, N.G. A construction of a compressed description of data using a function of rival similarity / N.G. Zagoruiko, I.A. Borisova, V.V. Dyubanov, O.A. Kutnenko // Journal of Applied and Industrial Mathematics. – 2013. - V. 7. - № 2. – P. 275-286.
- [14] Zagoruiko, N. Attribute selection through decision rule construction (algorithm FRiS-GRAD) / N. Zagoruiko, I. Borisova, V. Dyubanov, O. Kutnenko // Proc. of 9 Intern. Conf. Pattern recognition and Image Analysis (PRIA-2008). – Nizhny Novgorod. 2008. V. 2. – P. 335-338.
- [15] Jeffery, I. Comparison and evaluation of methods for generating differentially expressed gene lists from microarray data / I. Jeffery, D. Higgins, A. Culhane // BMC Bioinformatics. – 2006. – DOI:10.1186/1471-2105-7-359. - <http://www.biomedcentral.com/1471-2105/7/359>. (актуально на 03.03.2015).
- [16] Загоруйко, Н.Г. Обучение распознаванию без переобучения / Н.Г. Загоруйко, О.А. Кутненко, А.О. Зырянов, Д.А. Леванов // Машинное обучение и анализ данных. – 2014. - Т. 1. - №7. – С. 891-901.
- [17] Борисова, И.А. Алгоритм таксономии FRiS-Tax / И.А. Борисова // Научный вестник НГТУ – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007. - №3. – С. 3-12.
- [18] Borisova, I.A. Feature selection by using the FRiS-function in the task of generalized classification / I.A. Borisova, N.G. Zagoruiko // Pattern Recognition and Image Analysis. – 2011. -V. 21. - №2. – P. 117-120.
- [19] Zagoruiko, N.G. Error detection and gap filling in cubes of data / N.G. Zagoruiko, V.V. Tatarnikov // Journal of Applied and Industrial Mathematics. – 2014. - V. 8. - Issue 3. – P. 444-451.

## RIVAL SIMILARITY AS AN UNIVERSAL BASIC TOOL OF COGNITIVE DATA MINING

**N.G. Zagoruiko**, I.A. Borisova<sup>1</sup>, O.A. Kutenko<sup>2</sup>, V.V. Dyubanov<sup>3</sup>, D.A. Levanov<sup>4</sup>

*Sobolev Institute of Mathematics, SB RAS*

*Design Technological Institute of Digital Techniques, SB RAS*

*Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia*

<sup>1</sup>biamia@mail.ru, <sup>2</sup>olga@math.nsc.ru

*Sobolev Institute of Mathematics, SB RAS, Novosibirsk, Russia*

<sup>3</sup>vladimir.dyubanov@gmail.com, <sup>4</sup>levanovd@gmail.com

### Abstract

During Data Mining tasks solving a person use a specific universal psycho and physiological cognitive technique. Key points of the technique are in a way of estimating a measure of similarity between objects and in necessity to maximize compactness and simplicity of a world description according to the measure. Nikolay Zagoruiko offered a measure of similarity, which takes into account a rival environment. In the paper the Function of Rival Similarity (FRiS-function) and some possibilities of its usage for patterns compactness and separability estimating are presented. These estimations are used in algorithms for solving classification (FRiS-Stolp algorithm), feature selection (FRiS-GRAD algorithm) and censoring (FRiS-Censor algorithm) tasks. Main ideas, some properties of the algorithms and their results on model and real tasks of data mining are described in the paper as well.

**Key words:** cognitive data mining, pattern recognition, feature selection, censoring, function of rival similarity.

### Acknowledgment

This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research, investigations, project № 14-01-00039.

### References

- [1] *Aivazian, S.A.* Prikladnaja statistika. Osnovy modelirovaniya i pervichnaja obrabotka dannyh [Applied statistics. Essential principles of modeling and data preprocessing / S.A. Aivazian, I.S. Enyukov, L.D. Meshalkin. – Moscow: Finansy i statistika, 1983. – 471 p. (In Russian).
- [2] *Arkadev, A.G.* Computers and Pattern Recognition / A.G. Arkadev, E.M. Braverman. - Thompson Book Company, 1967. – 115 p.
- [3] *Vapnik, V.N.* Statistical Learning Theory / V.N. Vapnik. – NY: Wiley-Interscience, 1998. – 740 p.
- [4] *Zhyravlev, U.I.* Ob algebraicheskom podhode k resheniju zadach raspoznavaniya ili klassifikacii [About algebraic approach to solving tasks of recognition and classification] / U.I. Zhyravlev // Problemy kibernetiki. – 1978. – V. 33. – P. 5-68. (In Russian).
- [5] *Ivakhnenko, A.G.* Cybernetics and forecasting techniques / A.G. Ivakhnenko, V.G. Lapa. – NY.: Elsevir Publishing Company, 1967. – 168 p.
- [6] *Shlezinger, M.I.* Matematicheskie sredstva obrabotki izobrazhenij [Math-based environment for image processing] / M.I. Shlezinger. – Kiev: Naukova dumka, 1989. – 198 p. (In Russian).
- [7] *Zagoruiko, N.G.* Kognitivnyj analiz dannyh [Cognitive data mining] / N.G. Zagoruiko. – Novosibirsk: Academic published house GEO, 2013. – 186 p. (In Russian).
- [8] *Zagoruiko, N.G.* Prikladnye metody analiza dannyh i znaniy [Applied methods of data and knowledge mining] / N.G. Zagoruiko. – Novosibirsk: Published house IM SB RAS, 1999. – 270 p. (In Russian).
- [9] *Zagoruiko, N.G.* Metody raspoznavaniya i ih primeneniye [Methods of pattern recognition and their applications] / N.G. Zagoruiko. – Moscow: Sovetskoe radio, 1972. – 208 p. (In Russian).
- [10] *Zagoruiko, N.G.* A quantitative measure of compactness and similarity in a competitive space / N.G. Zagoruiko, I.A. Borisova, V.V. Dyubanov, O.A. Kutnenko // Journal of Applied and Industrial Mathematics. – 2011. - V. 5. - №1. – P. 144-154.

- [11] **Kira, K.** The Feature Selection Problem: Traditional Methods and a New Algorithm / K. Kira, L. Rendell // Proc. 10 Nat. Conf. Artificial Intelligence (AAAI-92). - Menlo Park: AAAI Press, 1992. - P. 129-134.
- [12] **Rousseeuw, P.J.** Silhouettes: A graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis / P.J. Rousseeuw // J. Comput. Appl. Math. - 1987. - V. 20. - P. 53-65.
- [13] **Zagoruiko, N.G.** A construction of a compressed description of data using a function of rival similarity / N.G. Zagoruiko, I.A. Borisova, V.V. Dyubanov, O.A. Kutnenko // Journal of Applied and Industrial Mathematics. - 2013. - V. 7. - № 2. - P. 275-286.
- [14] **Zagoruiko, N.** Attribute selection through decision rule construction (algorithm FRiS-GRAD) / N. Zagoruiko, I. Borisova, V. Dyubanov, O. Kutnenko // Proc. of 9 Intern. Conf. Pattern recognition and Image Analysis (PRIA-2008). - Nizhny Novgorod. 2008. V. 2. - P. 335-338.
- [15] **Jeffery, I.** Comparison and evaluation of methods for generating differentially expressed gene lists from microarray data / I. Jeffery, D. Higgins, A. Culhane // BMC Bioinformatics. - 2006. - DOI:10.1186/1471-2105-7-359. - <http://www.biomedcentral.com/1471-2105/7/359>. (valid on 03.03.2015).
- [16] **Zagoruiko, N.G.** Obuchenie raspoznavaniju bez pereobuchenija / N.G. Zagoruiko, O.A. Kutnenko, A.O. Zyrjanov, D.A. Levanov // Mashinnoe obuchenie i analiz dannyh [Machine learning and data mining] - 2014. - V. 1. - №7. - P. 891-901. (In Russian).
- [17] **Borisova, I.A.** Algoritm taksonomii FRiS-Tax [FRiS-Tax algorithm of taxonomy] / I.A. Borisova // Nauchnyj vestnik NGTU–Novosibirsk: NSTU Publ., 2007. - №3. - P. 3-12. (In Russian).
- [18] **Borisova, I.A.** Feature selection by using the FRiS-function in the task of generalized classification / I.A. Borisova, N.G. Zagoruiko // Pattern Recognition and Image Analysis. - 2011. - V. 21. - №2. - P. 117-120.
- [19] **Zagoruiko, N.G.** Error detection and gap filling in cubes of data / N.G. Zagoruiko, V.V. Tatarnikov // Journal of Applied and Industrial Mathematics. - 2014. - V. 8. - Issue 3. - P. 444-451.

## Сведения об авторах



**Загоруйко Николай Григорьевич**, (1931-2015). В 1953 году окончил с отличием электротехнический факультет Ленинградского института киноинженеров (ЛИКИ), получив диплом инженера-электрика по специальности «звукотехника». Работал в ЛИКИ, исследуя проблемы магнитной записи сигналов в запоминающих устройствах ЭВМ, в 1960 г. перешёл в Институт математики СО АН СССР. В 1962 году защитил кандидатскую диссертацию. Впоследствии занимался проблемами технической кибернетики, связанными с методами автоматического распознавания образов. В 1969 году защитил докторскую диссертацию.

Круг вопросов, рассматриваемых в 240 опубликованных им работах, достаточно широк. Вначале были работы, связанные с расчётами пространственных полей магнитных головок. Затем последовала большая серия работ по проблемам обмена устной информацией между человеком и машиной. В этой области созданная им в 1962 году лаборатория стала одним из ведущих научных коллективов в СССР. По инициативе Н.Г. Загоруйко в 1963 году была организована Всесоюзная школа-семинар по проблеме «Автоматическое распознавание слуховых образов» (АРСО), которая регулярно проводилась в течение почти 30 лет и объединяла в неформальный коллектив все ведущие научные организации СССР, связанные с исследованием речевых сигналов. Н.Г. Загоруйко был постоянным председателем Программного комитета АРСО, которая собиралась 17 раз в различных городах Союза. Тесное сотрудничество математиков, инженеров, психологов, акустиков и лингвистов позволяло советским учёным занимать ведущие мировые позиции в области распознавания и синтеза речи.

Занятия распознаванием речи естественным путем переросли в исследования задач распознавания образов и более общей проблемы автоматического обнаружения эмпирических закономерностей. Разрабатываемые Н.Г. Загоруйко и его сотрудниками методы автоматической классификации (таксономии), выбора информативных признаков, построения решающих функций, прогнозирования, обнаружения ошибок и заполнения пробелов в таблицах данных получили широкое применение в геологии, медицине, генетике, экономике, гидроакустике и во многих других прикладных областях.

В течение 2-х лет Н.Г. Загоруйко возглавлял группу исследователей в Международной лаборатории искусственного интеллекта в Братиславе, читал лекции в ряде зарубежных университетов (Королевский технологический институт, Швеция; Южно-Калифорнийский университет, США; Вроцлавский университет, Польша;

Киотский университет, Япония и др.). Н.Г. Загоруйко работал профессором НГУ с 1969 года, в течение 8 лет был проректором НГУ по научной работе. Среди его учеников 22 кандидата и 6 докторов наук.

С 2007 года был сопредседателем Программного комитета конференции «Знания-Онтологии-Теории» (ЗОНТ), с 2011 года - членом редколлегии журнала «**Онтология проектирования**».

Активная жизненная позиция отличала Николая Григорьевича не только в науке. Он был одним из организаторов клуба межнаучного общения «Под интегралом», директором Молодежного научно-производственного объединения «Факел», одним из инициаторов антиалкогольного общественного движения в Советском Союзе. Он являлся мастером спорта СССР и судьей Всесоюзной категории по современному пятиборью, был солистом ансамбля ЛИКИ.

Н.Г. Загоруйко был награжден Орденом Знака Почёта, двумя серебряными медалями ВДНХ СССР.

**Nikolay Grigorevich Zagoruiko** (1931-2015) graduated from the Leningrad Institute of Motion-picture Engineers in 1953. Received candidate's (in 1962) and doctoral (in 1969) degrees in pattern recognition. In 1988-1990 had been heading a project in the International Laboratory of Artificial Intelligence in Bratislava (Slovakia). He was a chief researcher at the Laboratory of Data Mining at the Institute of Mathematics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences. He was Professor at Novosibirsk State University. He was co-author more 200 scientific articles and monographs in the field of DM and AI.



**Борисова Ирина Артемовна**, 1978 г. рождения. Окончила Новосибирский государственный университет в 2002 г., к.т.н. (2008). Старший научный сотрудник лаборатории анализа данных Института математики им. С.Л. Соболева СО РАН. В списке научных трудов более 60 статей, в области анализа данных и распознавания образов.

**Irina Artemovna Borisova** (b. 1978) graduated from the Novosibirsk State University in 2002, C. Sc. Eng. (2008). She is a senior researcher of the Laboratory of Data Mining at the Institute of Mathematics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences. She is a co-author of more than 60 publications in the field of Data Mining and Pattern recognition.



**Кутненко Ольга Андреевна**. Родилась в 1958 г. Окончила в 1980 г. Новосибирский государственный университет. В 2000 г. защитила кандидатскую диссертацию. Старший научный сотрудник лаборатории анализа данных Института математики им. С.Л. Соболева СО РАН. Автор более 70 научных работ. Научные интересы: анализ данных, обнаружение эмпирических закономерностей, распознавание образов.

**Olga Andreevna Kytlenko** (b. 1958) graduated from the Novosibirsk State University in 1980, C. Sc. Eng. (2000). She is senior researcher of the Laboratory of Data Mining at the Institute of Mathematics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences. She is co-author of more than 70 publications in the field of Data Mining and Pattern recognition.



**Дюбанов Владимир Владимирович**, родился в 1981 г. Окончил магистратуру Новосибирского государственного университета в 2004 г. С 2004 года является сотрудником лаборатории анализа данных Института математики им. С.Л. Соболева СО РАН. Соавтор 17 статей. Научные интересы: анализ данных, машинное обучение.

**Vladimir Vladimirovich Dyubanov** (b. 1981) graduated from magistate of Novosibirsk State University in 2004. Since 2004 had worked at Laboratory of Data Mining at the Institute of Mathematics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences. Co-author of 17 articles. Research interests include data analysis, machine learning.



**Леванов Дмитрий Александрович**. Родился в 1989 г. Окончил в 2012 г. Новосибирский государственный университет. Аспирант лаборатории анализа данных Института математики им. С.Л. Соболева СО РАН. Автор 3 статей. Научные интересы: анализ данных, обнаружение эмпирических закономерностей, распознавание образов.

**Levanov Dmitry Alexandrovich**, (b. 1989) graduated from Novosibirsk State University in 2012. Post-graduate at Laboratory of Data Mining at the Institute of Mathematics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences. Author of three articles. Research interests include data analysis, information retrieval and image recognition.

УДК 004.93

## РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗОВ ПРИ СОЗДАНИИ АРТЕФАКТОВ КАК МЕТАФОРА И КАК ПРИКЛАДНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОНТОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Н.М. Боргест

*Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева  
(национальный исследовательский университет), Самара, Россия*

*Институт проблем управления сложными системами РАН, Самара, Россия  
borgest@yandex.ru*

### Аннотация

Онтология в информатике как эксплицитная спецификация концептуализации, где в качестве концептуализации выступает описание множества объектов и связей между ними, по своей сути является методологической основой в используемых и разрабатываемых методах распознавания образов. Онтологию проектирования, ставящую своей целью дальнейшую формализацию проектной деятельности, можно рассматривать с позиций инструментария, позволяющего распознать образ будущего изделия или системы в той проектной среде и той проектной ситуации, которые складываются в конкретный момент времени. В статье исследуются возможности использования аналогий в применении процессного подхода в таких видах деятельности, как проектирование и распознавание. Предлагается метод построения образа будущего артефакта на основе матрицы проекта этого объекта с применением мультиагентной технологии при её формировании и заполнении. Метод ориентирован на традиционные схемы и типы артефактов, которые могут быть конфигурированы в виде первоначально пустой матрицы, заполнение или распознавание которой осуществляется по мере накопления данных в процессе проектирования.

**Ключевые слова:** *онтология, распознавание образов, методы формализации, матрица проекта, мультиагентные технологии.*

### Введение

В последние годы накопленные знания и практики проектирования позволили активизировать научные исследования в области интеллектуализации систем проектирования, автоматического синтеза новых решений [1-8]. Аналогичная картина складывается в области автоматического распознавания и, в частности, разрабатываемых соответствующих роботизированных систем. Важно также отметить, что наблюдается ускорение процесса дифференциации науки в целом, появления новых научных дисциплин и интеграции уже выделившихся научных направлений. Каждый раз это обусловлено различными возникающими условиями, которые определяют потребность рассматривать изучаемый объект целиком или по частям [9]. Подобные ускоренные процессы идут также и с видами деятельности, технологиями и практиками, когда на определённом этапе оказывается, что внешне далёкие и разошедшиеся друг от друга исследовательские деятельности оказываются близкими по содержанию выполняемых процедур и операций. При этом сами методики, алгоритмы и технологии в «физическом» плане значительно разнятся.

В статье рассматривается возможность использования аналогий при применении процессного подхода в таких видах деятельности как проектирование и распознавание образов. Предлагается метод построения образа будущего артефакта на основе матрицы проекта этого

Рассматриваемые расчётные модули, вычислительные или сценарные производные правила или структурированные информационные запросы могут интерпретироваться как программные агенты, имеющие свои потребности (в исходных или входных данных) и возможности в виде полученных выходных данных (потенциальных ресурсах). Т.е. налицо, ставшая уже известной и широко применяемая ПВ-сеть (сеть потребностей и возможностей) [23], которая успешно решается средствами мультиагентной технологии.

## 7 Дискуссия

Предложенный мультиагентный подход по определению образа будущего объекта (распознавания его образа) на основе матрицы проекта работоспособен лишь для известного класса объектов и ориентирован на традиционные схемы и типы артефактов, которые могут быть конфигурированы в виде первоначально пустой матрицы проекта.

Возможно, что подход на основе аналогий будет также продуктивен и при решении проблем, стоящих перед распознаванием новых, доселе неизвестных объектов и при проектировании новых, ещё не существующих артефактов.

## Благодарности

Работа выполнена при проведении исследований по теме «Разработка основ теории интерсубъективного управления с применением онтологических моделей ситуаций» в рамках государственного задания Института проблем управления сложными системами РАН на 2013-2015 годы, а также при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках реализации мероприятий Программы повышения конкурентоспособности Самарского государственного аэрокосмического университета среди ведущих мировых научно-образовательных центров на 2013-2020 годы.

## Список источников

- [1] *Choudhary, A.K., Arnold, C.B.* Automated concept generation using branched functional models / Proceedings of the ASME Design Engineering Technical Conference. Volume 1, Issue PARTS A AND B, 2010, p. 151-166.
- [2] *Chakrabarti, A., Shea, K., Stone, R., Cagan, J., Campbell, M., Hernandez, N.V., Wood, K.L.* Computer-based design synthesis research: An overview / Journal of Computing and Information Science in Engineering. Volume 11, Issue 2, 2011, Article number 021003.
- [3] *Pan, W., Chen, X., Gao, S.* Automatic shape adaptation for parametric solid models/ CAD Computer Aided Design. Volume 62, May 2015, P. 78-97.
- [4] *Böttcher, B., Moriz, N., Niggemann, O.* From formal requirements on technical systems to complete designs-a holistic approach/ Frontiers in Artificial Intelligence and Applications. Volume 263, 2014, Pages 977-978. 21st European Conference on Artificial Intelligence, ECAI 2014; Prague; Czech Republic; 18 August 2014 through 22 August 2014; Code 110850.
- [5] *Chandrasegaran, S.K., Ramani, K., Sriram, R.D., Horváth, I., Bernard, A., Harik, R.F., Gao, W.* The evolution, challenges, and future of knowledge representation in product design systems/CAD Computer Aided Design. Volume 45, Issue 2, February 2013, P. 204-228.
- [6] *Hayes, C.C., Goel, A.K., Tumer, I.Y., Agogino, A.M., Regli, W.C.* Intelligent support for product design: Looking backward, looking forward/Journal of Computing and Information Science in Engineering. Volume 11, Issue 2, 2011, Article number 021007.
- [7] *Goel, A.K., Vattam, S., Wiltgen, B., Helms, M.* Cognitive, collaborative, conceptual and creative - Four characteristics of the next generation of knowledge-based CAD systems: A study in biologically inspired design/CAD Computer Aided Design. Volume 44, Issue 10, October 2012, P. 879-900.
- [8] *Zaripova, V., Petrova, I.* System of Conceptual Design Based on Energy-Informational Model/Advances in Intelligent Systems and Computing/ Volume 1089, 2015, Pages 365-372. 23rd International Conference on Systems Engineering, ICSEng 2014; Las Vegas, NV; United States; 19 August 2014 through 21 August 2014; Code 107141.

- [9] **Боргест, Н.М.** Научный базис онтологии проектирования / Н.М. Боргест // Онтология проектирования. - № 1(7). - 2013. — с. 7-25.
- [10] **Боргест, Н.М.** Робот-проектант: фантазия и реальность/ Н.М. Боргест, А.А. Громов, А.А. Громов, Р.Х. Морено, М.Д. Коровин, Д.В. Шустова, С.А. Одинцова, Ю.Е. Князина// Онтология проектирования. - №4(6). - 2012. — с. 73-94.
- [11] **Уайлд, Д.** Оптимальное проектирование: Пер. с англ. – М.: Мир, 1981. – 272 с.
- [12] **Трусова, Ю.О.** Тезаурусное представление онтологии предметной области анализа изображений/ Ю.О. Трусова, В.Н. Белоозеров, И.Б. Гуревич//Материалы международной конференции Диалог'2004 - <http://www.dialog-21.ru/Archive/2004/Trusova.htm>.
- [13] **Гуревич, И.Б.** Тезаурус и онтологии предметной области «Анализ изображений» / И.Б. Гуревич, Ю.О. Трусова// II Всероссийская конференция «ЗНАНИЯ – ОНТОЛОГИИ – ТЕОРИИ» 20–22 октября 2009 г. Новосибирск - <http://math.nsc.ru/conference/zont09/reports/95Gurevich-Trusova.pdf> .
- [14] **Белозерский, Л.А.** Анализ и обработка априорной информации в конструировании систем автоматического распознавания (САРС) / Л.А. Белозерский, А.И. Шевченко. – Донецк.: «Наука і освіта», 2007. – 180 с.
- [15] **Курбатов, С.С.** Гибридная схема анализа изображений / С.С. Курбатов, А.П. Лобзин, К.А. Найденова, Г.К. Хахалин // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем (OSTIS-2012): материалы II Междунар. научн.-техн. конф. (Минск, 16-18.02.12). Минск: БГУИР, 2012. - с.327-334.
- [16] **Жукевич, А.И.** Использование онтологий при построении систем распознавания образов/А.И. Жукевич, Е.В. Олизарович, В.Г. Родченко // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем (OSTIS-2012): материалы II Междунар. научн.-техн. конф. (Минск, 16-18.02.12). Минск: БГУИР, 2012. - с.321-324.
- [17] **Белозерский, Л.А.** Введение в системы автоматического распознавания. – Киев: Наук. Думка, 2005. – 434 с.
- [18] **Онтология и эпистемология синергетики** / отв. ред. В.В. Аршинов, Л.П. Киященко – М.: ИФРАН, 1997. – 159 с.
- [19] **Боргест, Н.М.** Ключевые термины онтологии проектирования / Н.М. Боргест // Онтология проектирования. – 2013. - № 3(9). – С. 9-31.
- [20] **Веккер, Л.** Психика и реальность. Единая теория психических процессов. Часть III. Человек воспринимающий. Глава 9. Эмпирические характеристики перцептивного образа. // Центр гуманитарных технологий. 22.10.2010 - ISSN 2310-1792 - <http://gtmarket.ru/laboratory/basis/6487/6496#contents>.
- [21] **Гошин, Е.В.** Метод согласованной идентификации в задаче определения соответственных точек на изображениях / Е.В. Гошин, В.А. Фурсов // Компьютерная оптика. – 2012. – Т. 36 № 1. - с.131-135.
- [22] **Боргест, Н.М.** Автоматизация предварительного проектирования самолета. – Самара: САИ, 1992. – 96 с.
- [23] **Виттих, В.А.** Мультиагентные модели взаимодействия для построения сетей потребностей и возможностей в открытых системах / В.А. Виттих, П.О. Скобелев // Автоматика и телемеханика. – 2003. №3. – с.177-185.

## PATTERN RECOGNITION IN DESIGNING ARTIFACTS IS AS METAPHOR AND AS AN APPLIED TECHNOLOGY OF ONTOLOGY OF DESIGNING

**N.M. Borgest**

*Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolev (National Research University)  
Institute of Control of Complex Systems, RAS, Samara, Russia  
borgest@yandex.ru*

### Abstract

Ontology in computer science as an explicit specification of a conceptualization, which serves as a description of the conceptualization of a set of objects and relationships between them, is essentially a methodological basis used to develop methods of pattern recognition. Ontology of designing aims to achieve further formalization of the project activity. It can be considered from the standpoint of tools that allow to recognize the image of the future product or system to the project environment and the situation of the project, which are formed in a particular time. This article investigates the possibility of using analogies in the application of the process approach in activities such as design and pattern recognition. We propose a method of forming an image of the future artifact based on the matrix of the project of this object using the multi-agent technology to fill it up with data. The method focuses on traditional schemes and types of artifacts that can be configured in the form of the original blank template, filling or recognition is carried out on the accumulation of data in the design process.



**Key words:** ontology, pattern recognition, methods of formalization, the matrix of the project, multi-agent technology.

## Acknowledgment

This work was conducted as a part of research on the topic "Development of the basic theory of intersubjective control using ontological models of the situations" within the state task for Institute of Control of Complex Systems RAS for 2013-2015, with support from the Ministry of Education and Science of the Russian Federation in the framework of implementation of the Program of improvement of the competitiveness of Samara State Aerospace University among the world's leading research and education centers for 2013-2020.

## References

- [1] **Choudhary, A.K., Arnold, C.B.** Automated concept generation using branched functional models / Proceedings of the ASME Design Engineering Technical Conference. Volume 1, Issue PARTS A AND B, 2010, p. 151-166. ASME 2010 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference, IDETC/CIE2010; Montreal, QC; Canada; 15 August 2010 through 18 August 2010; Code 87065
- [2] **Chakrabarti, A. Shea, K., Stone, R., Cagan, J., Campbell, M., Hernandez, N.V., Wood, K.L.** Computer-based design synthesis research: An overview /Journal of Computing and Information Science in Engineering. Volume 11, Issue 2, 2011, Article number 021003
- [3] **Pan, W., Chen, X., Gao, S.** Automatic shape adaptation for parametric solid models/ CAD Computer Aided Design. Volume 62, May 2015, P. 78-97
- [4] **Böttcher, B., Moriz, N., Niggemann, O.** From formal requirements on technical systems to complete designs-a holistic approach/ Frontiers in Artificial Intelligence and Applications. Volume 263, 2014, Pages 977-978. 21st European Conference on Artificial Intelligence, ECAI 2014; Prague; Czech Republic; 18 August 2014 through 22 August 2014; Code 110850
- [5] **Chandrasegaran, S.K., Ramani, K., Sriram, R.D., Horváth, I., Bernard, A., Harik, R.F., Gao, W.** The evolution, challenges, and future of knowledge representation in product design systems/CAD Computer Aided Design. Volume 45, Issue 2, February 2013, Pages 204-228
- [6] **Hayes, C.C., Goel, A.K., Tumer, I.Y., Agogino, A.M., Regli, W.C.** Intelligent support for product design: Looking backward, looking forward/Journal of Computing and Information Science in Engineering. Volume 11, Issue 2, 2011, Article number 021007
- [7] **Goel, A.K., Vattam, S., Wiltgen, B., Helms, M.** Cognitive, collaborative, conceptual and creative - Four characteristics of the next generation of knowledge-based CAD systems: A study in biologically inspired design/CAD Computer Aided Design. Volume 44, Issue 10, October 2012, Pages 879-900
- [8] **Zaripova, V., Petrova, I.** System of Conceptual Design Based on Energy-Informational Model/Advances in Intelligent Systems and Computing/ Volume 1089, 2015, Pages 365-372. 23rd International Conference on Systems Engineering, ICSEng 2014; Las Vegas, NV; United States; 19 August 2014 through 21 August 2014; Code 107141
- [9] **Borgest, N.M.** Nauchnyy basis ontologii proektirovaniya [Scientific basis for the ontology of designing] //Ontology of designing, Issue 1(7), 2013. - pp. 7-25 (In Russian).
- [10] **Borgest, N.M.** Robot-designer: fantaziya i realnost [Robot-designer: fantasy and reality]/N.M. Borgest, A.A. Gromov, A.A. Gromov, R.H. Moreno, M.D. Korovin, D.V. Shustova, S.A. Odintsova, Y.E. Knyazihina. Ontology of designing. No.4(6) pp.73-94, 2012 (In Russian).
- [11] **Wilde, D.J.** Globally optimal design. A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, New York - Chichester - Brisbane - Toronto, 1978.
- [12] **Trusova, Yu.O.** Tezaurusnoe predstavlenie ontologii predmetnoj oblasti analiza izobrazhenij [Thesaurus ontology representation of image analysis]/ Yu.O. Trusova, V.N. Belozzerov, I.B. Gurevich // Proceedings of International Conference Dialog' 2004 - <http://www.dialog-21.ru/Archive/2004/Trusova.htm> - (In Russian).
- [13] **Gurevich, I.B.** Tezaurus i ontologii predmetnoj oblasti «Analiz izobrazhenij» [Thesaurus and ontology "Image Analysis"] I.B. Gurevich, Yu.O. Trusova // II All-Russian Conference "Knowledge - Ontology - Theory" 20-22 October 2009 Novosibirsk - <http://math.nsc.ru/conference/zont09/reports/95Gurevich-Trusova.pdf> - (In Russian).
- [14] **Belozersky, L.A.** Analiz i obrabotka apriornoj informatsii v konstruirovanii sistem avtomaticheskogo raspoznavaniya (SARS) [Analysis and processing of a priori information in the design of systems of automatic recognition (SARS)]. - Donetsk. : IPSHI "Nauka i osvita", 2007. - 180 p. - (In Russian).

- [15] **Kurbatov, S.S.** Gibridnaya skhema analiza izobrazhenij [Hybrid scheme of the images analysis]/ S.S. Kurbatov, A.P. Lobzin, K.A. Naidyonova, G. K. Hakhalin // Open semantic technologies of design of intellectual systems (OSTIS-2012): Materials II Intern. Scien. - Tehn. Conf. (Minsk, 16-18.02.12). Minsk: BSUIR, 2012. - P.327-334. - (In Russian).
- [16] **Zhukevich, A.I.** Ispol'zovanie ontologii pri postroenii sistem raspoznavaniya obrazov [The use of ontologies in the designing of systems of recognition]/ A.I. Zhukevich, E.V. Olizarovich, V.G. Rodchenko // Open semantic technologies for designing intelligent systems (OSTIS-2012): Materials II Intern. Scien. - Tehn. Conf. (Minsk, 16-18.02.12). Minsk: BSUIR, 2012. - P.321-324. - (In Russian).
- [17] **Belozersky, L.A.** Vvedenie v sistemy avtomaticheskogo raspoznavaniya [Introduction to the systems of automatic recognition]. - Kiev: Science. Dumka, 2005. - 434 p. - (In Russian).
- [18] **Ontologiya i epistemologiya synergetiki** [Ontology and epistemology of synergy]/ Exec. Ed. V.B. Arshinov, L.P. Kiyaschenko - M.: IFRAN, 1997. - 159 p. - (In Russian).
- [19] **Borgest, N.M.** Kluchivye slova ontologii proektirovaniya [Key words of the ontology of designing]// Ontology of designing. - 2013. - № 3(9). - pp. 9-31. - (In Russian).
- [20] **Vekker, L.** Psikhika i real'nost'. Edinaya teoriya psikhicheskikh protsessov. CHast' III. CHelovek vosprinimayushij. Glava 9. EHmpiricheskie kharakteristiki pertseptivnogo obraza [Mind and Reality. Unified theory of mental processes. Part III. Man perceives. Chapter 9. Empirical perceptual characteristics of the image]// Centre for Humanitarian Technologies. 22.10.2010 - ISSN 2310-1792 - <http://gtmarket.ru/laboratory/basis/6487/6496#contents> - (In Russian).
- [21] **Goshin, E.V.** Metod soglasovannoj identifikatsii v zadache opredeleniya sootvetstvennykh toчек na izobrazheniyakh [Method of identification agreed to the problem of determining the corresponding points in the images]/ E.V. Goshin, V.A. Fursov // Computer Optics. - 2012. - V.36 № 1. - pp.131-135. - (In Russian).
- [22] **Borgest, N.M.** Avtomatizatsiya predvaritel'nogo proektirovaniya samoleta [Automation of the preliminary design of the aircraft]. - Samara: SAI. - 1992. - 96 p. - (In Russian)
- [23] **Vittikh, V.A.** Mul'tiagentnye modeli vzaimodejstviya dlya postroeniya setej potrebnostej i vozmozhnostej v otkrytykh sistemakh [Multi-agent interaction models for network construction needs and opportunities in open systems] / V.A. Vittikh, P.O. Skobelev // Avtomatika i telemekhanika. - 2003. No. 3. - pp.177-185 - (In Russian)

## Сведения об авторе



**Боргест Николай Михайлович**, 1954 г. рождения. Окончил Куйбышевский авиационный институт имени академика С.П. Королёва в 1978 г., к.т.н. (1985). Профессор кафедры конструкции и проектирования летательных аппаратов Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет), директор издательства «Новая техника», с.н.с. ИПУСС РАН. Член Международной ассоциации по онтологиям и их приложениям (IAOA). В списке научных трудов более 150 работ в области автоматизации проектирования и искусственного интеллекта.

**Nikolay Mikhailovich Borgest** (b.1954) graduated from the Kuibyshev Aviation Institute named after academician S.P. Korolev (Kuibyshev-city) in 1978, PhD (1985). He is a Professor at Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolev (National Research University), Director of «New Engineering» publishing house, Senior Research worker at IPUSS RAS. He is a member of the International Association for Ontology and its Applications, co-author of more 150 scientific articles and abstracts in the field of CAD and AI.

УДК 004.822:004.89

## СЕМАНТИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ, ОРИЕНТИРОВАННАЯ НА ЭКСПЕРТОВ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Ю.А. Загорулько

*Институт систем информатики им. А.П. Ершова  
Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск, Россия  
zagor@iis.nsk.su*

### Аннотация

В статье представлена технология построения интеллектуальных систем, ориентированная на экспертов, т.е. специалистов в предметных областях, для которых разрабатываются системы. В качестве базиса представления знаний предлагается модель, интегрирующая взаимодополняющие друг друга методы и средства представления и обработки знаний следующих моделей: онтологической, сетевой, продукционной, недоопределённой и императивной при ведущей роли онтологической модели. Инструментальные средства, построенные на основе интегрированной модели, могут применяться для разработки широкого класса интеллектуальных систем. Для того чтобы сделать эти средства доступными для непосредственного использования экспертами, была предложена технология построения интеллектуальных систем, базирующаяся на специализированных оболочках, настроенных на определенные области знаний и классы задач. При этом сами специализированные оболочки могут создаваться инженерами знаний путем частичного заполнения баз знаний соответствующих универсальных оболочек с использованием включенных в них средств описания предметных знаний.

**Ключевые слова:** интегрированная модель представления знаний, онтология, интеллектуальная система, портал знаний, специализированная программная оболочка.

### Введение

В связи с переходом к экономике знаний, когда основным фактором, определяющим развитие общества, становятся накопленные человечеством знания и умения, их доступность широкому кругу пользователей, всё более востребованными становятся интеллектуальные системы (ИС), особенно такая их разновидность, как системы, основанные на знаниях (СОЗ), и порталы знаний. Соответственно растут и потребности в эргономичных и эффективных средствах разработки такого класса систем.

Наиболее трудоемким и в то же время самым ответственным этапом разработки интеллектуальной системы является построение её базы знаний (БЗ) [1], которая, в конечном счете, определяет полезность и качество всей системы. В связи с этим определяющую роль играют модели и методы представления и обработки знаний, а также построенные на их основе инструментальные средства и технологии создания ИС.

В рамках работ по искусственному интеллекту накоплен широкий спектр моделей, методов и средств представления и обработки знаний. Сетевая модель предлагает для представления знаний такие средства, как семантические сети [2] и фреймы [3]. Первые используются в качестве универсальной памяти для хранения любой информации, которую можно представить в терминах объектов и отношений между ними. Фреймы, представляющие объектно-ориентированный подход в искусственном интеллекте, служат как для повышения уровня

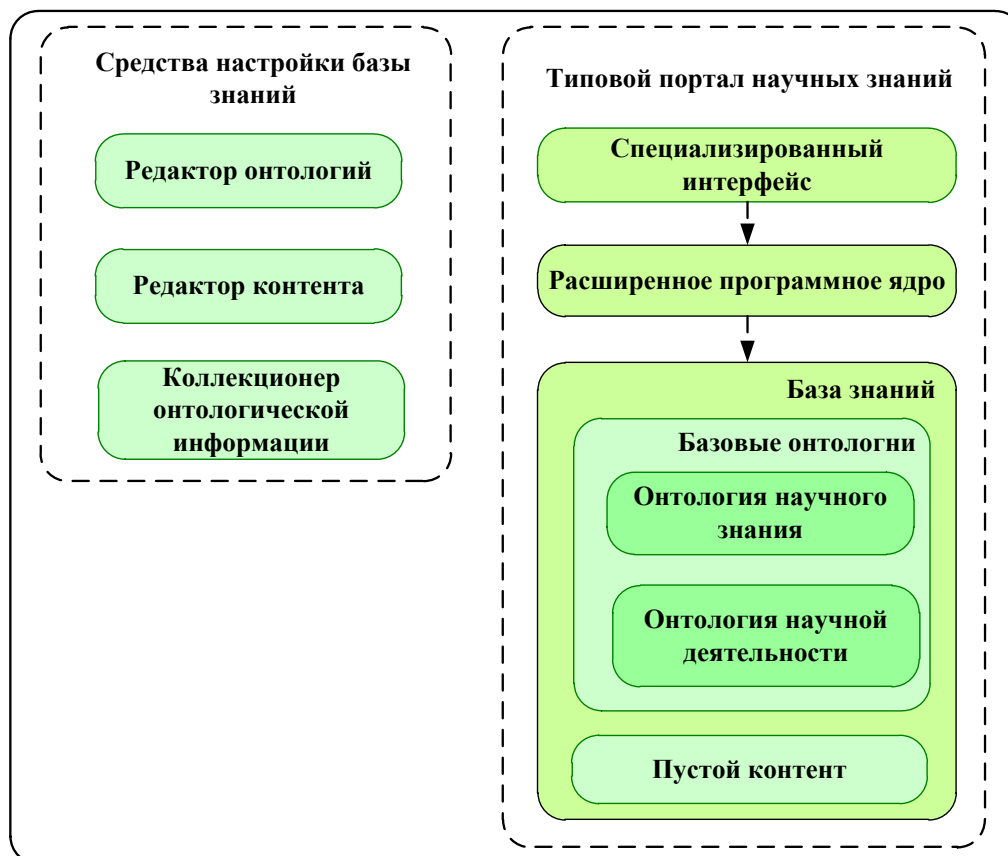


Рисунок 5 – Оболочка портала научных знаний

## Заключение

В статье представлена технология построения интеллектуальных систем, ориентированная на экспертов. В качестве базиса представления знаний в ИС предлагается модель, интегрирующая взаимодополняющие друг друга методы и средства представления и обработки знаний следующих моделей: онтологической, сетевой, производственной, недоопределённой и императивной. Набор языковых и программных средств, реализующих интегрированную модель, служит базисом инструментальных средств, которые могут применяться для разработки широкого класса информационных и интеллектуальных систем. Для того, чтобы сделать эти средства доступными для непосредственного использования экспертами, была предложена технология построения интеллектуальных систем, базирующаяся на специализированных оболочках, настроенных на определённые области знаний и классы задач. При этом сами специализированные оболочки могут создаваться инженерами знаний путем частичного заполнения баз знаний соответствующих универсальных оболочек с использованием имеющихся в них средств описания предметных знаний.

Продуктивность данного подхода подтверждается тем, что в его рамках были созданы специализированные оболочки, которые успешно применялись при создании практически полезных ИС. В частности, оболочка СОЗ технической диагностики технологической инфраструктуры предприятия применялась при создании системы поддержки принятия решений на нефтегазодобывающем предприятии [17], с помощью ПНЗ-оболочки были созданы порталы знаний по компьютерной лингвистике и археологии [18], а с помощью Т-оболочки – электронный двуязычный тезаурус по компьютерной лингвистике [19].

## Благодарности

Автор благодарен коллегам из ИСИ СО РАН, принимавшим участие в разработке и реализации инструментальных средств, поддерживающих представленную в статье технологию, а также всем, кто участвовал в апробации данной технологии при построении конкретных приложений. Автор также выражает благодарность РФФИ за финансовую поддержку данной работы (проект № 13-07-00422).

## Список источников

- [1] *Гаврилова, Т.А.* Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
- [2] *Осипов, Г.С.* Построение моделей предметных областей. Неоднородные семантические сети / Г.С. Осипов // Известия АН СССР. Техническая кибернетика. –1990. – №5. – С. 32–45.
- [3] *Минский, М.* Структура для представления знания / М. Минский // Психология машинного зрения. – М.: Мир, 1978. – С. 249-338.
- [4] *Поспелов, Д.А.* Продукционные модели / Д. А. Поспелов // Искусственный интеллект. В 3-х кн. Кн.2. Модели и методы: Справочник / Под. Ред. Д.А. Поспелова. – М.: Радио и связь, 1990. – С. 49-56.
- [5] *Ушаков, Д.М.* Системы программирования в ограничениях (обзор) / Д.М. Ушаков, В.В. Телерман // Системная информатика: Сб. науч. тр. Под. Ред. И.В. Поттосина. Вып.7: Проблемы теории и методологии создания параллельных и распределенных систем. – Новосибирск: Наука, 2000. –С. 275–310.
- [6] *Нариньяни, А.С.* Недоопределённость в системах представления и обработки знаний / А.С. Нариньяни // Изв. АН СССР. Техн. кибернетика. – 1986. – №5. – С. 3-28.
- [7] *Нариньяни, А.С.* Программирование в ограничениях и недоопределённые модели / А.С. Нариньяни, В.В. Телерман, Д.М. Ушаков, И.Е. Швецов // Информационные технологии, 1998. – №7. – С. 13-22.
- [8] *Guarino, N.* Formal Ontology in Information Systems / N. Guarino // Formal Ontology in Information Systems. Proceedings of FOIS'98, Trento, Italy, 6–8 June 1998. – Amsterdam: IOS Press, 1998. – P. 3–15.
- [9] *Боргест, Н.М.* Онтологии: современное состояние, краткий обзор / Н.М. Боргест, М.Д. Коровин // Онтология проектирования. – 2013. – №2(8). – С. 49-55.
- [10] *Копайгородский, А.Н.* Применение онтологий в семантических информационных системах / А.Н. Копайгородский. // Онтология проектирования. – 2014. – №4(14). – С.78-89.
- [11] *Baader, F.* The Description Logic Handbook: Theory, Implementation, Applications / F. Baader, D. Calvanese, D.L. McGuinness, D. Nardi, P.F. Patel-Schneider. – Cambridge, 2003. – 574 p.
- [12] *Артемьева, И.Л.* Специализированные оболочки интеллектуальных систем для сложно-структурированных предметных областей / И.Л. Артемьева // Труды 11-й национальной конференции по искусственному интеллекту с международным участием – КИИ-2008. – М: ЛЕНАНД, 2008. -Т.1. - С. 95-103.
- [13] *Загорулько, Г.Б.* Экспертная система поддержки диагностики, профилактики и лечения элементозов на основе коррекции питания / Г.Б. Загорулько, А.М. Гончар, М.Н. Рубан, А.Н. Рябков // Труды 10-й национальной конференции по искусственному интеллекту с международным участием – КИИ-2006. – М.: Физматлит, 2006. – Т.3. – С. 849-857.
- [14] *Zagorulko, Y.* Architecture of Extensible Tools for Development of Intelligent Decision Support Systems / Y. Zagorulko, G. Zagorulko // New Trends in Software Methodologies, Tools and Techniques. Proceedings of the Tenth SoMeT\_11. Eds.: Hamido Fujita and Tatiana Gavriloa. – IOS Press, Amsterdam, 2011. – P. 253-263.
- [15] *Загорулько, Ю.А.* Технология разработки порталов научных знаний / Ю.А. Загорулько // Программные продукты и системы. – 2009. – №4. – С. 25-29.
- [16] *Загорулько, Ю.А.* Программная оболочка для построения многоязычных тезаурусов предметных областей, ориентированная на экспертов / Ю.А. Загорулько, О.И. Боровикова // Труды 13-й национальной конференции по искусственному интеллекту с международным участием – КИИ-2012. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. -Т.4. - С. 76-83.
- [17] *Загорулько, Ю.А.* Онтологический подход к разработке системы поддержки принятия решений на нефтегазодобывающем предприятии / Ю.А. Загорулько, Г.Б. Загорулько // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. 2012. Т.10. Вып. 1. – С. 121-128.
- [18] *Ануреев, И.С.* Модели и методы построения информационных систем, основанных на формальных, логических и лингвистических подходах / И.С. Ануреев, Т.В. Батура, О.И. Боровикова, Ю.А. Загорулько, И.С. Кононенко, А.Г. Марчук, П.А. Марчук, Ф.А. Мурзин, Е.А. Сидорова, Н.В. Шилов // Отв. ред. А.Г. Марчук. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 330 с.

- [19] *Загорулько, Ю.А.* Методологические аспекты разработки электронного русско-английского тезауруса по компьютерной лингвистике / Ю.А. Загорулько, О.И. Боровикова, И.С. Кононенко, Е.Г. Соколова // Информатика и ее применения. – 2012. – Т. 6. – №3. – С. 22–31.

## SEMANTIC TECHNOLOGY FOR DEVELOPMENT OF INTELLIGENT SYSTEMS ORIENTED ON EXPERTS IN SUBJECT DOMAIN

**Yu.A. Zagorulko**

*A.P. Ershov Institute of Informatics Systems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia  
zagor@iis.nsk.su*

### Abstract

The semantic models and technologies for building intelligent systems oriented on experts in a subject domain are considered in the paper. The integrated model combining various mutually complementary methods and means of knowledge representation and processing of such models as ontological, network, production, subdefinite and imperative is developed and suggested as basis for knowledge representation in intelligent systems. Suite of language and programming tools built on the basis of this model can be used for development of wide array of such kind of systems. In order to make these tools accessible to use immediately by experts, the technology for development of intelligent systems is suggested. This technology is based on specialized program shells, which are adjusted to certain knowledge area and class of tasks. These shells are built by knowledge engineers who perform a partial filling of knowledge bases of corresponding universal shells using the knowledge base of development tools of these shells.

**Key words:** *integrated knowledge representation model, ontology, intelligent system, knowledge portal, specialized program shell.*

### Acknowledgment

The author would like to acknowledge the support of his colleagues from IIS SB RAS, who participated in design and realization of software tools supporting the technology presented in the paper, as well as everyone who participated in the approbation of the said technology in building endpoint applications. The author is also grateful for the financial support of RFBR for this work (Project No. 13-07-00422).

### References

- [1] *Gavrilova, T.A.* Bazy znaniy intellektual'nyh system [Databases of the intellectual systems] / T.A. Gavrilova, V.F. Horoshevskij. – SPb.: Piter, 2001. – 384 p. (In Russian).
- [2] *Osipov, G.S.* Postroenie modelej predmetnyh oblastej. Neodnorodnye semanticheskie seti [The construction of domain models. Inhomogeneous semantic nets] / G.S. Osipov // Izvestija AN SSSR. Tehnicheskaja kibernetika. – 1990. – №5. – pp. 32–45. (In Russian).
- [3] *Minskij, M.* Struktura dlja predstavlenija znanija [The structure for the representation of knowledge] / M. Minskij // Psihologija mashinnogo zrenija. – M.: Mir, 1978. – P. 249-338. (In Russian).
- [4] *Pospelov, D.A.* Produkcionnye modeli [Productional models] / D.A. Pospelov // Iskusstvennyj intellekt. V 3-h kn. Kn.2. Modeli i metody: Spravochnik / Pod. Red. D.A. Pospelova. – M.: Radio i svjaz', 1990. – pp. 49-56. (In Russian).
- [5] *Ushakov, D.M.* Sistemy programmirovanija v ogranichenijah (obzor) [Systems of constraint programming (review)] / D.M. Ushakov, V.V. Telerman // Si-stemnaja informatika: Sb. nauch. tr. Pod. Red. I.V. Pottosina. Vyp.7: Problemy teorii i metodologii so-zdanija parallel'nyh i raspredeennyh sistem. – Novosibirsk: Nauka, 2000. – pp. 275–310. (In Russian).
- [6] *Narin'jani, A.S.* Nedoopredelennost' v sistemah predstavlenija i obrabotki znaniy [Underdetermined systems knowledge representation and processing] / A.S. Narin'jani // Izv. AN SSSR. Tehn. kibernetika. – 1986. – №5. – pp. 3-28. (In Russian).
- [7] *Narin'jani, A.S.* Programmirovanie v ogranichenijah i nedoopredeljonnye modeli [Constraint programming and underdetermined model] / A.S. Narin'jani, V.V. Telerman, D.M. Ushakov, I.E. Shvecov // Informacionnye tehnologii, 1998. – №7. – pp. 13-22. (In Russian).

- [8] **Guarino, N.** Formal Ontology in Information Systems / N. Guarino // Formal Ontology in Information Systems. Proceedings of FOIS'98, Trento, Italy, 6–8 June 1998. – Amsterdam: IOS Press, 1998. – P. 3–15.
- [9] **Borgest, N.M.** Ontologii: sovremennoe sostojanie, kratkij obzor [Ontologies: current state and brief review] / N.M. Borgest, M.D. Korovin // Ontologia proektirovaniya. – 2013. – No. 2(8). – pp. 49-55. (In Russian).
- [10] **Kopajgorodskij, A.N.** Primenenie ontologij v semanticheskikh informacionnyh sistemah [The use of ontologies in semantic information systems] / A.N. Kopajgorodskij. // Ontologija proektirovaniya. – 2014. – No. 4(14). – pp.78-89. (In Russian).
- [11] **Baader, F.** The Description Logic Handbook: Theory, Implementation, Applications / F. Baader, D. Calvanese, D.L. McGuinness, D. Nardi, P.F. Patel-Schneider. – Cambridge, 2003. – 574 p.
- [12] **Artem'eva, I.L.** Specializirovannye obolochki intellektual'nyh sistem dlja slozhno-strukturirovannyh predmetnyh oblastej [Specialized shells of intellectual systems for complex-structured domains] / I.L. Artem'eva // Trudy 11-j nacional'noj konferencii po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodnym uchastiem KII-2008. – M.: LENAND, 2008. -Vol.1. - pp. 95-103. (In Russian).
- [13] **Zagorulko, G.B.** Jekspertnaja sistema podderzhki diagnostiki, profilaktiki i lechenija jelementozov na osnove korekcii pitaniya [Expert system support the diagnosis, prevention and treatment of elementosis based on the correction power] / G.B. Zagorulko, A.M. Gonchar, M.N. Ruban, A.N. Rjabkov // Trudy 10-j nacional'noj konferencii po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodnym uchastiem – KII-2006. – M.: Fizmatlit, 2006. -T.3. - p. 849-857. (In Russian).
- [14] **Zagorulko, Yu.** Architecture of Extensible Tools for Development of Intelligent Decision Support Systems / Yu. Zagorulko, G. Zagorulko // New Trends in Software Methodologies, Tools and Techniques. Proceedings of the Tenth SoMeT\_11. . Eds.: Hamido Fujita and Tatiana Gavrilova. – IOS Press, Amsterdam, 2011. – pp. 253-263.
- [15] **Zagorulko, Yu.A.** Tehnologija razrabotki portalov nauchnyh znaniy [Technology portal development of scientific knowledge] / Ju.A. Zagorul'ko // Programmnye produkty i sistemy. – 2009. – No.4. – pp. 25-29. (In Russian).
- [16] **Zagorulko, Yu.A.** Programmnaia obolochka dlja postroeniya mnogojazychnyh tezaurusov predmetnyh oblastej, orientirovannaja na jekspertov [Shell program for the construction of multilingual thesauri domains oriented experts] / Yu.A. Zagorul'ko, O.I. Borovikova // Trudy 13-j nacional'noj konferencii po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodnym uchastiem KII-2012. – Belgorod: Izd-vo BGTU, 2012. -Vol.4. - pp. 76-83. (In Russian).
- [17] **Zagorulko, Yu.A.** Ontologicheskij podhod k razrabotke sistemy podderzhki prinjatija reshenij na neftegazodobyvajushhem predpriyatii [An ontological approach to the development of a decision support system for oil and gas companies] / Yu.A. Zagorulko, G.B. Zagorul'ko // Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Informacionnye tehnologii. 2012. Vol. 10. Vyp. 1. – pp. 121-128. (In Russian).
- [18] **Anureev, I.S.** Modeli i metody postroeniya informacionnyh sistem, osnovannyh na formal'nyh, logiche-skih i lingvisticheskikh podhodah [Models and methods of construction of information systems based on formal logic and linguistic approaches] / I.S. Anureev, T.V. Batura, O.I. Borovikova, Yu.A. Zagorulko, I.S. Kononenko, A.G. Marchuk, P.A. Marchuk, F.A. Murzin, E.A. Sidorova, N.V. Shilov // Otv. red. A.G. Marchuk. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2009. – 330 p. (In Russian).
- [19] **Zagorulko, Yu.A.** Metodologicheskie aspekty razrabotki jelektronnogo russko-anglijskogo tezaurusa po komp'juternoj lingvistike [Methodological aspects of the development of e-Russian-English thesaurus on Computational Linguistics] / Yu.A. Zagorulko, O.I. Borovikova, I.S. Kononenko, E.G. Sokolova // Informatika i ejo primenenija. – 2012. – Vol. 6. – No. 3. – pp. 22–31. (In Russian).

## Сведения об авторе



**Загорулько Юрий Алексеевич**, 1957 г. рождения. Окончил Новочеркасский политехнический институт им. С. Орджоникидзе в 1979 г., к.т.н. (1989). Заведующий лабораторией Института систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН, доцент кафедры программирования и систем информатики Новосибирского государственного университета. Член Российской ассоциации искусственного интеллекта. В списке научных трудов более 200 публикаций в области искусственного интеллекта, разработки интеллектуальных систем, инженерии знаний, онтологического моделирования и компьютерной лингвистики.

**Zagorulko Yuriy Alekseevich** (b. 1957) graduated from the Novocherkassk Polytechnic Institute in 1979, PhD (1989). He is the Head of laboratory at A.P. Ershov Institute of Informatics Systems, Siberian Branch of the Russian Academy of Science (Novosibirsk city), associate professor at Novosibirsk State University (Department of Mechanics and Mathematics, Department of Information Technologies), He is member of Russian Association of Artificial Intelligence, author of more than 200 publications in the field of AI, knowledge and ontology engineering, intelligent system development and computational linguistics.

УДК 004

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ОНТОЛОГИЙ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В ШИРОКИХ ПРЕДМЕТНЫХ ОБЛАСТЯХ

Н.В. Лукашевич<sup>1</sup>, Б.В. Добров<sup>2</sup>

Научно-исследовательский вычислительный центр МГУ им. М.В.Ломоносова, Москва, Россия

<sup>1</sup>louk\_nat@mail.ru, <sup>2</sup>dobrov\_bv@mail.ru

### Аннотация

В статье представлена модель лингвистической онтологии для автоматической обработки текстов широкой предметной области, т.е. предметной области, в состав которой входят тысячи разных классов сущностей, входящих между собой в неограниченные типы отношений и ситуаций. Существенно новым в предложенной модели является набор отношений лингвистической онтологии, который специально подобран для описания широкой предметной области. Предложено использовать небольшой набор отношений, сопоставимый с набором отношений в традиционных информационно-поисковых тезаурусах. Однако были введены более строгие онтологические определения используемых отношений. Такая система отношений отражает наиболее существенные взаимосвязи между сущностями, может применяться для описания отношений между понятиями в самых разных предметных областях. Представлен пример словарной статьи из опубликованной лингвистической онтологии RuTез-lite.

**Ключевые слова:** лингвистическая онтология, широкая предметная область, информационно-аналитические системы.

### Введение

В настоящее время в связи с огромными объёмами электронных документов имеется всё возрастающая потребность в обработке неструктурированной текстовой информации, повышении качества и эффективности имеющихся методов обработки текстов. В число активно развивающихся направлений обработки неструктурированной текстовой информации входят такие задачи, как собственно поиск информации, фильтрация, рубрикация и кластеризация документов, поиск ответов на вопросы, автоматическое аннотирование документа и группы документов, поиск похожих документов и дубликатов, сегментирование документов и многое другое.

Современные информационно-поисковые и информационно-аналитические системы работают с текстовой информацией в широких или неограниченных предметных областях, т.е. областях, в состав которых входят тысячи разных классов сущностей, входящих между собой в неограниченные типы отношений. Поэтому характерной чертой современных методов обработки текстовой информации в таких системах стало минимальное использование знаний о мире и о языке, опора на статистические методы учёта частотностей встречаемости слов в предложении, тексте, наборе документов, совместной встречаемости слов и т.п. В то же время, когда подобные операции выполняет человек, ему необходимо выявить основное содержание документа, его основную тему и подтемы, и для этого обычно используется большой объём знаний о языке, о мире и об организации связного текста.

Недостаток лингвистических и онтологических знаний (знаний о мире), используемых в приложениях информационного поиска и автоматической обработки текстов, приводит к



КОРА ДЕРЕВА, КРОНА ДЕРЕВА и др.), а также онтологически зависимые понятия, т.е. понятия, которые не могли бы появиться, если бы в нашем мире не существовало бы деревьев: ДРЕВЕСИНА (МАТЕРИАЛ), ЛЕСНОЙ МАССИВ (т.е. лес), ПЕНЬ ДЕРЕВА и др.

Тезаурус РуТез-Lite может быть получен в виде архива файлов в формате XML. Набор файлов включает в себя:

- список понятий тезауруса, для которых указана предметная область (общий лексикон, общественно-политическая область, география); также для большей части понятий имеются толкования, автоматически извлечённые из Викисловаря [32];
- список отношений между понятиями тезауруса,
- список текстовых входов тезауруса; описание текстового входа содержит лемматическое представление текстового входа, синтаксический тип (именная группа, глагольная группа и др.), главное слово именной группы [32];
- список соответствий текстовых входов понятиями тезауруса.

## Заключение

В статье представлена модель лингвистической онтологии для автоматической обработки текстов широкой предметной области, учитывающая три существующие методологии создания компьютерных ресурсов. Существенно новым в предложенной модели является набор отношений лингвистической онтологии, который специально подобран для описания широкой предметной области.

Для качественного выполнения всех различных функций отношений лингвистической онтологии при автоматической обработке текстов в приложениях информационного поиска важно обеспечить многоступенчатый логический вывод, что может быть достигнуто на базе свойств транзитивности и наследования. Кроме того, при описании отношений необходимо добиться того, чтобы отношения были максимально «надёжными», не зависели от контекста упоминания понятия.

Для обеспечения этих свойств было предложено использовать небольшой набор отношений, сопоставимый с набором отношений в традиционных информационно-поисковых тезаурусах. Однако были введены более строгие онтологические определения используемых отношений. Такая система отношений отражает наиболее существенные взаимосвязи между сущностями, может применяться для описания отношений между понятиями в самых разных предметных областях.

Разнообразие предметных областей, для которых созданы лингвистические онтологии по предложенной модели, доказывает универсальность этой модели, её способность описывать базовые свойства и отношения понятий, присутствующие в любой предметной области. Объёмы созданных ресурсов демонстрируют удобство модели для быстрого наращивания ресурсов.

## Благодарности

Данная работа осуществляется при поддержке фонда РГНФ, грант №15-04-12017.

## Список источников

- [1] ISO 25964-1:2011, Thesauri and interoperability with other vocabularies. Part 1: Thesauri for information retrieval / Geneva: International Organization for Standards, 2011.
- [2] ANSI/NISO Z39.19-2005, Guidelines for the Construction, Format, and Management of Monolingual Controlled Vocabularies. – Bethesda, MD: NISO Press, 2005.

- [3] **Miller, G.** Nouns in WordNet / G. Miller // WordNet – An Electronic Lexical Database. – The MIT Press, 1998. – P. 23-47.
- [4] **Berners-Lee, T.** The Semantic Web / T. Berners-Lee, J. Handler, O. Lassila // Scientific American - 2001. – V. 284. – No 5. – P. 28-37.
- [5] **Nirenburg, S.** What's in a symbol: Ontology, representation, and language / S. Nirenburg, Y. Wilks // Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence. - 2001. - V. 13(1). - P. 9-23.
- [6] **Ландэ, Д.В.** Подход к созданию терминологических онтологий / Д.В. Ландэ, А.А. Снарский // Онтология проектирования. - 2014. - № 2(12). - С. 83-91.
- [7] **Sowa, J.** Building, Sharing and Merging Ontologies. - <http://www.jfsowa.com/ontology/ontoshar.htm> (Актуально на 07.03.2015).
- [8] **Magnini, B.** Merging Global and Specialized Linguistic Ontologies / B. Magnini, M. Speranza // Proceedings of OntoLex. - 2002. - P. 43-48.
- [9] **Veale, T.** A context-sensitive framework for lexical ontologies / T. Veale, Y. Hao // Knowledge Engineering Review. - 2007. -Vol. 23(1). - P. 101-115.
- [10] **Guarino, N.** Ontologies and Knowledge Bases: Towards a Terminological Clarification / N. Guarino, P. Giaretta // Towards Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building and Knowledge Sharing. - Amsterdam: IOS Press, 1995. - P. 25-32.
- [11] **Клещев, А.С.** Классификация свойств онтологий. Онтологии и их классификации / А.С. Клещев, Е.А. Шалфеева // НТИ сер. 1. - 2005. - №9. - С. 16-22.
- [12] **Corcho, O.** Roadmap to Ontology Specification Languages / O. Corcho, A. Gomez-Perez // Knowledge Engineering and Knowledge Management. Methods, Models and Tools. / Eds: R. Dieng and O. Corby. - Springer, 2000. - P. 80-96.
- [13] **Гаврилова, Т.А.** Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский // СПб: Питер, 2000. - 384 с.
- [14] **Maedche, A.** Learning Ontologies for the Semantic Web / A. Maedche, S. Staab // Proceedings of Semantic Web Workshop. – Hongkong, 2001.
- [15] **Buitelaar, P.** Towards Linguistically Grounded Ontologies. The Semantic Web: Research and Applications / P. Buitelaar, Ph. Cimiano, P. Haase, M. Sintek // Proceedings of the European Semantic Web Conference. LNCS-5554. - Springer Verlag, 2009. - P. 111-125.
- [16] ГОСТ 7.25.-2001. Тезаурус информационно-поисковый одноязычный: Правила разработки: структура, состав и форма представления // Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2001.
- [17] **Guarino, N.** Some Ontological Principles for Designing Upper Level Lexical Resources / N. Guarino // Proceedings of First International Conference on Language Resources and Evaluation. - Granada, Spain, 1998.
- [18] **Gomez-Perez, A.** OntoWeb. Technical Roadmap. D.1.1.2. / A. Gomez-Perez, M. Fernandez-Lopez, O. Corcho // IST project IST-2000-29243, 2001.
- [19] **Sowa, J.** Knowledge Representation: Logical, Philosophical, and Computational Foundations / J. Sowa // Brooks Cole Publishing Co., Pacific Grove, CA. 2000.
- [20] **Guarino, N.** Evaluating ontological decisions with ONTOCLEAN / N. Guarino, C. Welty // Communications of the ACM. - 2002. - V. 45(2). - P. 61-65.
- [21] **Masolo, C.** Social roles and their descriptions / C. Masolo, L. Vieu, E. Bottazzi, C. Catenacci, R. Ferrario, A. Gangemi, N. Guarino // Proceedings of the Ninth International Conference on the Principles of Knowledge Representation and Reasoning. - AAAI Press. 2004.
- [22] **Steinmann, F.** The representation of roles in object-oriented and conceptual modelling / F. Steinmann // Data and Knowledge engineering. - 2000. - V. 35. – No. 1. - P. 83-106.
- [23] **Winston, M.** A Taxonomy of Part-Whole Relations / M. Winston, R. Chaffin, D. Hermann // Cognitive Science/ - 1989. - No. 11. - P. 417-444.
- [24] **Niles, I.** Linking Lexicons and Ontologies: Mapping WordNet to the Suggested Upper Merged Ontology / I. Niles, A. Pease // Proceedings of the IEEE International Conference on Information and Knowledge Engineering.- 2003. - P. 412-416.
- [25] **Masolo, C.** WonderWeb. Final Report / C. Masolo, S. Borgo, A. Gangemi, N. Guarino, A. Oltramari, L. Shneider // Deliverable D18. 2003.
- [26] **Лукашевич, Н.В.** Тезаурусы в задачах информационного поиска / Н.В. Лукашевич. – М.: Изд-во Московского университета, 2011. – 512 с.
- [27] **Guizzardi, G.** Ontological Foundations for Conceptual Part-Wholes Relation: The Case of Collectives and Their Parts / G. Guizzardi // Advanced Information Systems Engineering. Springer CAiSE. LNCS 6741. – Springer, 2011. - P. 138–153.

- [28] **Loebe, F.** Abstract vs. Social Roles: A Refined Top-level Ontological Analysis / F. Loebe // Proceedings of the 2005 AAAI Fall Symposium 'Roles, an Interdisciplinary Perspective: Ontologies, Languages, and Multiagent Systems. - AAAI Press, 2005. - P.93-100.
- [29] **Guarino, N.** The ontological Level: Revisiting 30 yers of Knowledge Representation / N. Guarino // Conceptual Modeling: Foundations and Applications. - Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2009. - P. 52-67.
- [30] **Kumar, A.** The ontology of blood pressure: a case study in creating ontological partitions in biomedicine / A. Kumar, B. Smith. - <http://ontology.buffalo.edu/medo/BPO.pdf> (Актуально на 07.03.2015).
- [31] **Добров, Б.В.** Онтология по естественным наукам и технологиям ОЕНТ: структура, состав и современное состояние / Б.В. Добров, Н.В. Лукашевич // Электронные библиотеки. – 2008. – Т. 11. – №1.
- [32] **Лукашевич, Н.В.** РуТез-Lite, опубликованная версия тезауруса русского языка РуТез / Н.В. Лукашевич, Б.В. Добров, И.И. Четверкин // Международная конференция по компьютерной лингвистике Диалог-2014. – 2014. - С. 340-349.

## DEVELOPING LINGUISTIC ONTOLOGIES IN BROAD DOMAINS

N.V. Loukachevitch<sup>1</sup>, B.V. Dobrov<sup>2</sup>

Research Computing Center of Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>1</sup> [louk\\_nat@mail.ru](mailto:louk_nat@mail.ru), <sup>2</sup> [dobrov\\_bv@mail.ru](mailto:dobrov_bv@mail.ru)

### Abstract

The paper describes a model of a linguistic ontology for automatic document processing in a broad domain, that is a domain comprising thousands of entity classes and unrestricted number of possible relations between them. We present a novel set of relations between concepts, which was specially developed for automated document processing and information retrieval. We propose to use a small set of relations comparable with relations in traditional information-retrieval thesauri. However, we use stricter, ontologically motivated definitions for establishing relations. The utilized relations describe the most sufficient relationships between entities, can be applied for description of various domains. The set of concepts relations is illustrated with the example from newly published linguistic ontology – thesaurus of Russian language RuThes.

**Key words:** *linguistic ontology, broad domain, information retrieval, text analytics.*

### Acknowledgments

This work is partially supported by Russian Foundation for Humanities, grant No.15-04-12017.

### References

- [1] ISO 25964-1:2011, Thesauri and interoperability with other vocabularies. Part 1: Thesauri for information retrieval / Geneva: International Organization for Standards, 2011.
- [2] ANSI/NISO Z39.19-2005, Guidelines for the Construction, Format, and Management of Monolingual Controlled Vocabularies. – Bethesda, MD: NISO Press, 2005.
- [3] **Miller, G.** Nouns in WordNet / G. Miller // WordNet – An Electronic Lexical Database. – The MIT Press, 1998. – P. 23-47.
- [4] **Berners-Lee, T.** The Semantic Web / T. Berners-Lee, J. Handler, O. Lassila // Scientific American - 2001. – V. 284. – No 5. – P. 28-37.
- [5] **Nirenburg, S.** What's in a symbol: Ontology, representation, and language / S. Nirenburg, Y. Wilks // Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence. - 2001. - V. 13(1). - P. 9-23.
- [6] **Lande, D.V.** Podhod k sozdaniyu terminologicheskikh slovarei [Approach to the creation of terminological ontologies] / D.V. Lande, A.A. Snarskii // Ontologia proektirovaniya. – 2014. – No. 2(8). – P. 49-55. (In Russian).
- [7] **Sowa, J.** Building, Sharing and Merging Ontologies. - <http://www.jfsowa.com/ontology/ontoshar.htm> (Valid on 07.03.2015).

- [8] **Magnini, B.** Merging Global and Specialized Linguistic Ontologies / B. Magnini, M. Speranza // Proceedings of OntoLex. - 2002. - P. 43-48.
- [9] **Veale, T.** A context-sensitive framework for lexical ontologies / T. Veale, Y. Hao // Knowledge Engineering Review. - 2007. - Vol. 23(1). - P. 101-115.
- [10] **Guarino, N.** Ontologies and Knowledge Bases: Towards a Terminological Clarification / N. Guarino, P. Giaretta // Towards Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building and Knowledge Sharing. - Amsterdam: IOS Press, 1995. - P. 25-32.
- [11] **Kleschev, A.S.** Klassifikacija svoistv ontologii. Ontologii i ih klassifikacii [Classification of ontology properties. Ontologies and their Classification] / A.S. Kleschev, E.A. Shalfeeva // NTI ser. 1. - 2005. - No. 9. - P. 16-22. (In Russian).
- [12] **Corcho, O.** Roadmap to Ontology Specification Languages / O. Corcho, A. Gomez-Perez // Knowledge Engineering and Knowledge Management. Methods, Models and Tools. / Eds: R. Dieng and O. Corby. - Springer, 2000. - P. 80-96.
- [13] **Gavrilova, T.A.** Bazy znaniy intellektual'nyh sistem [Knowledge Bases on Intellectual Systems] / T.A. Gavrilova, V.F. Horoshevskij. - SPb.: Piter, 2001. - 384 p. (In Russian).
- [14] **Maedche, A.** Learning Ontologies for the Semantic Web / A. Maedche, S. Staab // Proceedings of Semantic Web Workshop. - Hongkong, 2001.
- [15] **Buitelaar, P.** Towards Linguistically Grounded Ontologies. The Semantic Web: Research and Applications / P. Buitelaar, Ph. Cimiano, P. Haase, M. Sintek // Proceedings of the European Semantic Web Conference. LNCS-5554. - Springer Verlag, 2009. - P. 111-125.
- [16] GOST 7.25.-2001. Thesaurus for Information Retrieval: Guidelines of developing: structure, and form of representation // System of Standards on Information. - Minsk: Interstate council on Standardization, metrology and certification. 2001. (In Russian).
- [17] **Guarino, N.** Some Ontological Principles for Designing Upper Level Lexical Resources / N. Guarino // Proceedings of First International Conference on Language Resources and Evaluation. - Granada, Spain, 1998.
- [18] **Gomez-Perez, A.** OntoWeb. Technical Roadmap. D.1.1.2. / A. Gomez-Perez, M. Fernandez-Lopez, O. Corcho // IST project IST-2000-29243, 2001.
- [19] **Sowa, J.** Knowledge Representation: Logical, Philosophical, and Computational Foundations / J. Sowa // Brooks Cole Publishing Co., Pacific Grove, CA. 2000.
- [20] **Guarino, N.** Evaluating ontological decisions with ONTOCLEAN / N. Guarino, C. Welty // Communications of the ACM. - 2002. - V. 45(2). - P. 61-65.
- [21] **Masolo, C.** Social roles and their descriptions / C. Masolo, L. Vieu, E. Bottazzi, C. Catenacci, R. Ferrario, A. Gangemi, N. Guarino // Proceedings of the Ninth International Conference on the Principles of Knowledge Representation and Reasoning. - AAAI Press. 2004.
- [22] **Steinmann, F.** The representation of roles in object-oriented and conceptual modelling / F. Steinmann // Data and Knowledge engineering. - 2000. - V. 35. - No. 1. - P. 83-106.
- [23] **Winston, M.** A Taxonomy of Part-Whole Relations / M. Winston, R. Chaffin, D. Hermann // Cognitive Science/ - 1989. - No. 11. - P. 417-444.
- [24] **Niles, I.** Linking Lexicons and Ontologies: Mapping WordNet to the Suggested Upper Merged Ontology / I. Niles, A. Pease // Proceedings of the IEEE International Conference on Information and Knowledge Engineering. - 2003. - P. 412-416.
- [25] **Masolo, C.** WonderWeb. Final Report / C. Masolo, S. Borgo, A. Gangemi, N. Guarino, A. Oltramari, L. Shneider // Deliverable D18. 2003.
- [26] **Loukachevitch, N.V.** Tezaurusy v zadachah informacionnogo poiska [Thesauri in Information-Retrieval Tasks] / N.V. Loukachevitch / - Moscow: Publishing House of Moscow State University. 2011. - 512 p. (In Russian).
- [27] **Guizzardi, G.** Ontological Foundations for Conceptual Part-Wholes Relation: The Case of Collectives and Their Parts / G. Guizzardi // Advanced Information Systems Engineering. Springer CAiSE. LNCS 6741. - Springer, 2011. - P. 138-153.
- [28] **Loebe, F.** Abstract vs. Social Roles: A Refined Top-level Ontological Analysis / F. Loebe // Proceedings of the 2005 AAAI Fall Symposium 'Roles, an Interdisciplinary Perspective: Ontologies, Languages, and Multiagent Systems. - AAAI Press, 2005. - P.93-100.
- [29] **Guarino, N.** The ontological Level: Revisiting 30 yers of Knowledge Representation / N. Guarino // Conceptual Modeling: Foundations and Applications. - Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2009. - P. 52-67.
- [30] **Kumar, A.** The ontology of blood pressure: a case study in creating ontological partitions in biomedicine / A. Kumar, B. Smith. - <http://ontology.buffalo.edu/medo/BPO.pdf> (Valid on 07.03.2015).
- [31] **Dobrov, B.V.** Ontologija po estestvennym naukam i tehnologijam [Ontology on Natural Sciences and Technologies: Structure and Current State] / B.V. Dobrov, N.V. Loukachevitch // Elektronnyye biblioteki. - 2008. - V. 11. - No. 1 (in Russian).

- [32] *Loukachevitch, N.V.* RuTez-Lite, opublikovannaja versija tezaurusa russkogo jazyka [RuThes-Lite, published version of thesaurus of Russian language RuThes] / N.V. Loukachevitch, B.V. Dobrov, I.I. Chetviorkin // Proc. of international conference on computational linguistics Dialog-2014. – 2014. - P. 340-349.

### Сведения об авторах



*Лукашевич Наталья Валентиновна*, 1964 г. рождения. Окончила факультет Вычислительной математики и кибернетики МГУ им. М.В. Ломоносова в 1986 г., к.ф.-м.н. (1989). Ведущий научный сотрудник НИВЦ МГУ им. М.В. Ломоносова. В списке научных трудов более 150 работ в области автоматической обработки текстов, представления знаний.

*Loukachevitch Natalia Valentinovna* (b. 1964) graduated from Lomonosov Moscow State University in 1986, PhD (1989). She is leading researcher in Research Computing Center of Lomonosov Moscow State University. She is author of more 150 scientific papers in the field of natural language processing.



*Добров Борис Викторович*, 1963 г. рождения. Окончил факультет Вычислительной математики и кибернетики МГУ им. М.В. Ломоносова в 1985 г., к.ф.-м.н. (1988). Заведующий лабораторией НИВЦ МГУ им. М.В. Ломоносова. В списке научных трудов более 100 работ в области информационного поиска, онтологий

*Dobrov Boris Viktorovich* (b. 1963) graduated from Lomonosov Moscow State University in 1985, PhD (1988). Chief of laboratory Research Computing Center of Lomonosov Moscow State University. He is author of more than 100 publications in the field of information retrieval, ontologies.

УДК 629.7.01

## ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ СЕМАНТИЧЕСКИХ ОСНОВ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Д.В. Шустова

*Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева  
(национальный исследовательский университет), Самара, Россия  
ShustovaDV@yandex.ru*

### Аннотация

Современный период развития информационных технологий связан с интеллектуальной поддержкой процессов принятия решений, с совершенствованием методов и технологий взаимодействия пользователей с информационными системами. На сегодняшний день одним из наиболее интересных подходов в теории и практике разработки информационных систем, основанных на знаниях, является онтологический подход. В статье приведены результаты анализа существующих стандартов и редакторов онтологий. Описывается методика создания онтологий, предназначенных для использования в качестве семантических основ разрабатываемых информационных систем в предметной области «Проектирование и производство авиационной техники». Приведены примеры использования разработанной методики при проектировании - тезаурус предметной области «Самолет», являющийся семантической основой информационной системы «Робот-проектант», - и при производственном планировании - базовая онтология машиностроительного предприятия, являющаяся семантической основой при создании информационной системы «Smart Factory».

**Ключевые слова:** *информационная система, онтология, тезаурус, семантическая основа, сущность, связь.*

### Введение

Увеличение эргономичности интерфейсного обеспечения, мощности баз данных и знаний в предметных областях (ПрО), связанных с проектированием и производством авиационной техники (ППАТ), коллективов разработчиков информационных систем (ИС) требует согласования данных и знаний, циркулирующих как в самих системах, так и находящихся в неформализованном виде у пользователей. Построение ИС на основе онтологического анализа ПрО и разработка семантических моделей этих областей как фундамента информационного и лингвистического обеспечения, существенно сокращает время на доводку разрабатываемых систем под новые задачи, повышает качество работ за счёт согласованности данных, процедур и интерпретации результатов моделирования.

Семантическая основа – это информационная модель ПрО, обработанная с учётом анализа взаимосвязи терминов и понятий этой ПрО и отношений между ними. Семантические основы ИС для ППАТ учитывают:

- особенности и специфику решаемых задач ПрО ППАТ;
- многопользовательский характер применения инструментариев;
- разный уровень компетенций и ответственности пользователей;
- сложившийся понятийный аппарат ПрО ППАТ.

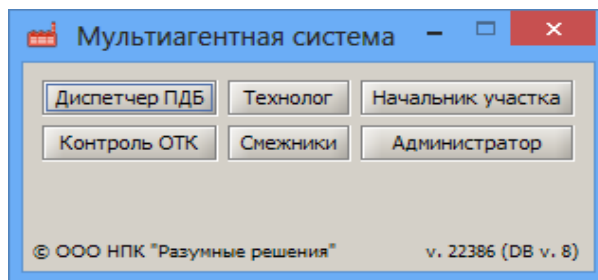


Рисунок 10 – Окно выбора рабочего экрана системы производственного планирования «Smart Factory»

№ операции	Тип операции	Модель обор...	Специальность	Разряд работы	Тарифный ра...	Т шт	Время подгот...	Время вылек...	Переходы	Группа
001	Слесарная	-	Слесарь	4	0	0,15	0	0:00		-
002	Контроль ул...	-	Контроллер	3	0	0,12	0	0:00		-
003	Токарная	-	Токарь	5	0	0,4	0	0:00		-
004	Контроль	-	Контроллер	2	0	0,8	0	0:00		-
005	Токарная	-	Токарь	5	0	0,61	0	0:00		-
006	Протяжка	-	Протяжник	3	0	0,5	0	0:00		-
007	Токарная	-	Токарь	5	0	0,35	0	0:00		-
008	Протяжка	-	Протяжник	2	0	0,5	0	0:00		-
009	Полировальная	-	Полировщик	3	0	0,34	0	0:00		-
010	Прочывка	-	Прочывщик	1	0	0,2	0	0:00		-
011	Слесарная	-	Слесарь	4	0	0,1	0	0:00		-
012	Балансировка	-	Балансировщик	2	0	0,15	0	0:00		-
013	Фрезерная	-	Фрезеровщик	3	0	0,12	0	0:00		-
014	Токарная	-	Токарь	5	0	0,23	0	0:00		-
015	Слесарная	-	Слесарь	4	0	0,13	0	0:00		-
016	Токарная	-	Токарь	5	0	0,17	0	0:00		-
017	Фрезерная	-	Фрезеровщик	3	0	0,8	0	0:00		-
018	Слесарная	-	Слесарь	4	0	0,2	0	0:00		-
019	Упаковка	-	Упаковщик	5	0	0,3	0	0:00		-

Технология	Плановая трудоемкост...	Количество по специф...	Характеристика	Единица измерения	Цех-исполнитель	Площадь
Диск компрессора_1	154,25	5	Требуется	штук	№18	-

Рисунок 11 – Планирование заказа в системе «Smart Factory», построенной на основе базовой онтологии машиностроения

В разработке ИС производственного планирования базовая онтология машиностроения явилась прикладным инструментом и обеспечила разработчиков ИС полной информацией о предприятии, его структуре, протекающих в нём бизнес-процессах. Онтология, построенная на основе обработки и анализа информации, позволила не только описать исследуемую ПрО и решаемые в ней задачи, и тем самым зафиксировать знания о ПрО, но и использовать эти знания при формировании шаблонов экранов, структуры баз данных, отработке сценария работы с ИС.

## Заключение

Проведённый анализ существующих стандартов, языков моделирования, редакторов онтологий позволил исследовать возможности создания семантических моделей ПрО ППАТ и разработать методику создания онтологий в ПрО ППАТ, являющихся семантическими основами при создании прикладных ИС.

С учётом разработанной методики создан тезаурус ПрО «самолёт», который является семантической основой разрабатываемой в СГАУ системы робот-проектант и используется в

обучении студентов. Создана базовая онтология машиностроительного предприятия, которая послужила основой при создании мультиагентной системы производственного планирования «Smart Factory», разработанной НПК «Разумные решения» для ОАО «Кузнецов» (г. Самара). За счёт внедрения системы с использованием семантической основы стало возможным:

- существенно упростить интеграцию с существующей на заводе ERP-системой «Кузнецов» для расчёта заработной платы сотрудникам (за счёт единого формата представления данных в модели машиностроительного предприятия, обеспечивающего формализованную запись знаний в онтологии машиностроения);
- обеспечить быструю реакцию на непредсказуемые события (новый заказ, поломки оборудования и т.д.) за счёт единого понятийного аппарата в основе онтологии машиностроения, сокращающего время на обработку запросов мультиагентной системой;
- уменьшить влияние негативного человеческого фактора (ошибки, опечатки и т.д.) при принятии решений (за счёт единой терминологической базы в онтологии машиностроения);
- увеличить производительность цеха с тем же количеством имеющихся ресурсов, а также повысить прозрачность бизнес-процессов в производственных цехах.

### Благодарности

Автор выражает благодарность сотрудникам кафедры конструкции и проектирования летательных аппаратов СГАУ и НПК «Разумные решения» за консультации при создании онтологий в ПрО ШПАТ, научному руководителю Н.М. Боргесту за оказанное доверие и передаваемый опыт в области онтологического моделирования, а также Министерству образования и науки РФ за финансовую поддержку проведённых исследований.

### Список источников

- [1] *Gruber, T.* A translation approach to portable ontology specifications / T. Gruber // Knowledge Acquisition. – 1993. - Vol. 5. – P. 199-220.
- [2] *Смирнов, С.В.* Онтологии как смысловые модели / С.В. Смирнов // Онтология проектирования. – 2013. - №2(8). – С. 12-19.
- [3] *Овдей, О.М.* Обзор инструментов инженерии онтологий / О.М. Овдей, Г.Ю. Проскудина // Институт программных систем НАН Украины. – <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2004/part4/op>
- [4] *Гаврилова, Т.А.* Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. - СПб.: Питер, 2000. – 382 с.
- [5] *Боргест, Н.М.* Онтология проектирования: теоретические основы. Часть 1. Понятия и принципы / Н.М. Боргест. - Самара: Изд-во СГАУ, 2010. – 88 с.
- [6] ГОСТ 7.25-2001 СИБИД. Тезаурус информационно-поисковый одноязычный. Правила разработки, структура, состав и форма представления – [http://www.znaytovar.ru/gost/2/GOST\\_7252001\\_SIBID\\_Tezaurus\\_in.html](http://www.znaytovar.ru/gost/2/GOST_7252001_SIBID_Tezaurus_in.html).
- [7] *Лукашевич, Н.В.* Тезаурусы в задачах информационного поиска / Н.В. Лукашевич. – М.: Изд-во МГУ, 2011. – 512 с.
- [8] *Natalya, F.N.* Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology / F.N. Natalya, D.L. McGuinness // Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880, March 2001.
- [9] Коммюнике онтологического саммита 2013 // Онтология проектирования. – 2013. - №2(8). – С. 66-74.
- [10] *Добров Б. В.* Онтологии и тезаурусы: модели, инструменты, приложения / Добров Б. В., Иванов В.В., Лукашевич Н.В., Соловьев В.Д. — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2009. — 173 с.
- [11] *Боргест, Н.М.* Робот-проектант: фантазия и реальность / Н.М. Боргест, А.А. Громов, А.А. Громов, Р.Х. Морено, М.Д. Коровин, Д.В. Шустова, С.А. Одинцова, Ю.Е. Княжихина // Онтология проектирования. – 2012. - №4(6) - С. 73-94.
- [12] *Боргест, Н.М.* Программное обеспечение онтологии концептуального проектирования самолета / Н.М. Боргест, А.В. Глушков, А.В. Петровский, Д.В. Шустова // Перспективные информационные техноло-



- гии для авиации и космоса (ПИТ-2010): Избранные труды Международной конф. с элементами научной школы для молодежи. – Самара: СГАУ, 2010. - С. 348-352.
- [13] Protégé. – <http://protege.stanford.edu>.
- [14] **Боргест, Н.М.** Принципы создания тезауруса «проектирование самолета» с использованием редактора Protégé / Н.М. Боргест, Д.В. Шустова, С.Р. Гиматдинова // 13-я Национальная конф. по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2012 (16-20 октября 2012 г., Белгород, Россия): Труды конф. Т. 3. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. - С. 186-193.
- [15] **Егер, С.М.** Проектирование самолетов: Учебник для вузов / С.М. Егер, В.Ф. Мишин, Н.К. Лисейцев, А. А. Бадягин, В. Е. Ротин, Ф. И. Склянский, Н. А. Кондратов, В. А. Киселев, И. А. Фомин. // Под ред. С. М. Егера. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 2005. — 616 с.
- [16] **Боргест, Н.М.** Краткий словарь авиационных терминов / Н.М. Боргест, А.И. Данилин, В.А. Комаров // Под ред. В.А. Комарова. – М.: Изд-во МАИ, 1992. – 224 с.
- [17] Большой энциклопедический словарь (БЭС). – <http://www.slovopedia.com>.
- [18] ОАО «Кузнецов» – <http://www.kuznetsov-motors.ru/company>.
- [19] **Шпилевой, В.Ф.** Разработка мультиагентной системы «Smart Factory» для оперативного управления ресурсами в режиме реального времени / В.Ф. Шпилевой, П.О. Скобелев, Е.В. Симонова, А.В. Царёв, С.С. Кожевников, Э.В. Кольбова, И.В. Майоров, Я.Ю. Шепилов // Информационно-управляющие системы. – 2013. №6(67). – С. 91-98

## APPROACH TO DEVELOPING A SEMANTIC BASIS OF INFORMATION SYSTEMS FOR AIRCRAFT SYSTEMS DESIGN AND PRODUCTION

**D.V. Shustova**

*Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolev (National Research University),  
Samara, Russia  
ShustovaDV@yandex.ru*

### Abstract

The modern period of development of information technologies is closely connected with intellectual support of decision-making processes, with the improvement of methods and technologies for users to interact with information systems. Today, one of the most interesting approaches in the theory and practice of information knowledge-based systems is the ontological approach. The paper presents the results of an analysis of existing standards and ontology editors. The paper gives insight on how to create ontologies that are to be used as semantic foundations for developed information systems for design and manufacture of aircraft domain. Examples of the use of the developed technique for the design of - Thesaurus about the “airplane”, which serves as the basis of semantic information system “robot designer”; basic ontology of an engineering enterprise for a production planning system, which is a semantic basis for the creation of information system “Smart Factory”, are presented.

**Key words:** *information system, ontology, thesaurus, semantic basis, relationship, entity*

### Acknowledgment

The author expresses his gratitude to the staff of the Department of aircrafts design SSAU and "Smart Solutions" company for advice when creating ontologies, prof. Borgest N.M. for the transfer of experience in the field of ontological modeling, as well as the Ministry of Education and Science for financial support of conducted research.

### References

- [1] **Gruber, T.** A translation approach to portable ontology specifications. Knowledge Acquisition, 1993, V. 5, pp.199-220.
- [2] **Smirnov, S.V.** Ontologii kak smyslovye modeli [Ontology as a semantic model] / S.V. Smirnov // Ontologia proektirovaniya. - 2013. - №2 (8) – pp. 12-19. ISSN 2223-9537 / 2313-1039 (In Russian).
- [3] **Ovdey, O.M.** Obzor instrumentov inzenierii ontologii [Overview ontology engineering tools] / O.M. Ovdey, G.Y. Proskudina // Program Systems Institute of the NAS of Ukraine. - <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2004/part4/op> (In Russian).

- [4] **Gavrilova, T.A.** Bazy znaniy intellektual'nykh sistem [Knowledge base of intelligent systems] / T.A. Gavrilova, V.F. Khoroshevskiy. - SPb.: Piter, 2000. – 382 p. (In Russian).
- [5] **Borgest, N.M.** Ontologia proektirovaniya: teoreticheskie osnovy. Chast' 1. Ponyatiya i printzipi [Ontology design: theoretical basis. Part 1: Concepts and Principles] / N.M. Borgest. - Samara: Publishing House of SSAU, 2010. – 88 p. (In Russian).
- [6] GOST 7.25-2001 SIBID. Thesaurus monolingual information retrieval. Terms of development, structure, composition and presentation – [http://www.znaytovar.ru/gost/2/GOST\\_7252001\\_SIBID\\_Tezaurus\\_in.html](http://www.znaytovar.ru/gost/2/GOST_7252001_SIBID_Tezaurus_in.html) (In Russian).
- [7] **Lukashevich, N.V.** Tezaurusy v zadachakh informatsionnogo poiska [Thesauri in problems of information retrieval] / N.V. Lukashevich. – M.: Publishing House of MSU, 2011. – 512 p. (In Russian).
- [8] **Natalya, F.N.** Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology / F.N. Natalya, D.L. McGuinness // Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report KSL-01-05 and Stanford Medical Informatics Technical Report SMI-2001-0880, March 2001.
- [9] Kommynike ontologicheskogo sammita 2013 [Ontology Summit 2013 Communiqué] // Ontologia proektirovaniya. - 2013. – No. 2(8) – pp. 66-74. ISSN 2223-9537 / 2313-1039. (In Russian).
- [10] **Borgest, N.M.** Robot-proyektant: fantaziya i real'nost' [Robot designer: fantasy and reality] / N.M. Borgest, A.A. Gromov, A.A. Gromov, A.D. Moreno, M.D. Korovin, D.V. Shustova, S.A. Odintsova, Y.E. Knyazikhina // Ontologiya proektirovaniya. - 2012. – No. 4(6) – pp. 73-94. ISSN 2223-9537 / 2313-1039 (In Russian).
- [11] **Borgest, N.M.** Programmnoe obespechenie ontologii kontseptual'nogo proektirovaniya samolyota [Software ontology conceptual design of the aircraft] / N.M. Borgest, A.V. Glushkov, A.V. Petrovsky, D.V. Shustova // Advanced information technologies for aviation and space (PIT-2010): Proc. of the International Conference with the elements of scientific school for young people. – Samara: Publishing House of SSAU, 2010 - pp. 348-352. (In Russian).
- [12] **Protégé.** Ontology editor – <http://protege.stanford.edu>
- [13] **Borgest, N.M.** Printsipy sozdaniya tezaurusa «proyektirovaniye samoleta» s ispol'zovaniyem redaktora Protégé [Principles of Creating a thesaurus “aircraft design” using the editor Protégé] / N.M. Borgest, D.V. Shustova, S.R. Gimatdinova // The 13th National Conference on Artificial Intelligence CAI 2012 (16-20.10.2012, Belgorod, Russia): Proc. Vol. 3. - Belgorod: Publishing House of BGTU, 2012. - pp. 186-19 (In Russian).
- [14] **Jaeger, S.M.** Proyektirovaniye samoletov: Uchebnik dlya vuzov [Design of aircraft: Textbook for universities] // S.M. Jaeger, V.F. Mishin, N.K. Liseysev, A. A. Badyagin, V. Ye. Rotin, F. I. Sklyanskiy, N. A. Kondratov, V. A. Kiselev, I. A. Fomin. // Ed.: S.M. Jaeger. - 3rd ed., Rev. and add. - M.: Mashinostroenie, 1983. - 616 p. (In Russian).
- [15] **Borgest, N.M.** Kratkiy slovar' aviatsionnykh terminov [Concise Dictionary of aviation terms] / N.M. Borgest, A.I. Danilin, V.A. Komarov // Ed.: V.A. Komarov. - M.: Publishing House of the MAI, 1992. - 224 p. (In Russian).
- [16] **Bol'shoy entsiklopedicheskiy slovar'** (BES) [Great Encyclopedic Dictionary (GED)] – <http://www.slovopedia.com>. (In Russian).
- [17] “Kuznetsov” JSC - <http://www.kuznetsov-motors.ru/company>.
- [18] **Shpilevoy, V.F.** Razrabotka mul'tiagentnoy sistemy «SmartFactory» dlya operativnogo upravleniya resursami v rezhime real'nogo vremeni [The development of multi-agent system “SmartFactory” for operational management of resources in real-time] / V.F. Shpilevoy, P.O. Skobelev, E.V. Simonova, A.V. Tsarev, S.S. Kozhevnikov, E.V. Kol'bova, I.V. Mayorov, Ya. Yu. Shepilov // Information and Control Systems. - 2013. – No. 6(67). – pp. 91-98 (In Russian).

## Сведения об авторе



**Шустова Дина Владимировна**, 1987 г. рождения. Окончила Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет) в 2009 г., магистратуру СГАУ в 2010 г. Аспирант кафедры конструкции и проектирования летательных аппаратов СГАУ. В списке научных трудов более 30 работ в области автоматизации проектирования и искусственного интеллекта. Область научных интересов: онтология проектирования.

**Dina Vladimirovna Shustova** (b.1987) graduated from the Samara State Aerospace University named after academician S. P. Korolev (National Research University) in 2009, magistracy SSAU (2010). She is a post-graduate student of SSAU, co-author of more than 30 scientific articles and abstracts in the field of CAD and AI. Area of scientific interests: ontology of designing.

УДК 165.0

## АРИФМЕТИКА СОЗНАНИЯ ДЖ. СПЕНСЕРА-БРАУНА

**В.В. Попков**

*Международный институт Александра Богданова, Екатеринбург, Россия  
president.ibi@mail.ru*

### Аннотация

В статье представлен краткий обзор идей Дж. Спенсера–Брауна – британского логика, математика и философа, автора оригинальной теории исчисления индикаций, предоставляющей математическую основу для воображаемой или двойственной логики, учитывающей двойственность и самореферентность человеческого познания. Также в связи с изложением идей Спенсера–Брауна рассматриваются вопросы соотношения математики и логики, проявления наблюдаемого и ненаблюдаемого, проведён сравнительный анализ «арифметики сознания» Спенсера–Брауна и булевой алгебры. На конкретных примерах показана онтологическая асимметрия логики Аристотеля и её преодоление с помощью алгебры и арифметики Спенсера–Брауна. Исходя из законов формы, продемонстрированы два класса явлений, и связанных с ними понятий, соответствующих ответам на вопросы: «что происходит?» и «что за этим кроется»? Показана роль исчисления индикаций, как математического аппарата для моделирования когнитивных процессов.

**Ключевые слова:** различение, индикация, двойственность, самореферентность, форма, ненаблюдаемое, булева алгебра.

### Введение

Данная статья ставит своей целью ознакомить российского читателя с малоизвестной в нашей стране оригинальной книгой «Законы формы» (The Laws of Form [1]) британского математика, логика и философа Джорджа Спенсера-Брауна (род. 1923 г.)<sup>1</sup>. В 70-х годах XX века эта небольшая по объёму книга выдержала пятнадцать изданий на английском языке и одно на немецком. Утверждают, что это книга по логике и математике, которая, по мнению некоторых логиков, содержит одну из форм «модальной логики», характеризуемую тем, что в ней есть правила логической системы, которые по-разному применяются в разных местах в манере, определяемой правилами самой логики. В этой книге, действительно, много говорится о логике и математике, но не это в ней главное. Главное в ней – это богатство идей, проистекающее всего лишь из двух исходных онтологических посылок – законов формы. Одним из движущих мотивов в продвижении данной работы, писал ДСБ, была надежда примирить исследования внутренней структуры нашего знания вселенной, как она выражается в логико-математических науках, и исследования его внешней структуры, выраженной в физических науках. Здесь работы Эйнштейна, Шредингера и других учёных привели к осознанию предельной границы физического знания в форме того способа, с помощью которого мы это знание приобретаем. Стало ясным, что если определённые сведения о восприятии, или то, что мы называем внутренним миром, могут быть открыты с помощью углублённого исследования того, что мы в противопоставление называем миром внешним, тогда равным образом тщательное исследование этого внутреннего мира, в свою очередь, прольёт свет на факты, встречающиеся во внешнем мире; так как то, к чему мы подходим с той или другой

<sup>1</sup> *George Spencer-Brown* или, как кратко его именуют в англоязычной транскрипции, - GSB. Далее в русском варианте будет использоваться аббревиатура ДСБ.

каких сообщений вне коммуникации, нет никакого понимания вне коммуникации. Причем, это следует понимать не в смысле какой-либо причинности, согласно которой информация должна была бы быть причиной сообщения, а сообщение — причиной понимания, а в смысле круговой взаимной предпосылки.

Коммуникация в соответствии с законами нивелирования и различения удваивает реальность. Она создает два её варианта: вариант «да» и вариант «нет», и тем самым принуждает к селекции. И как раз в том, что теперь должно что-то происходить (пусть это будет обрыв коммуникации), заложен автопоэзис системы, которая гарантирует себе своё собственное продолжение. Различение внутреннего и внешнего вводится внутри самой системы и оказывается не «объективным» отличием системы от мира, а её собственной операцией. Но совершение одной операции, поскольку оно возможно лишь с отсылкой к другой операции, означает, что система полностью производит самое себя. Она есть *автопоэтическая* (самопроизводящая) система. Автопоэзис не означает независимости от окружающего мира и творения из ничего. Он возможен лишь при наличии структурной пары - связи системы и окружающего мира. Мир, коррелятивный системе, есть условие возможности её самопроизводства, автопоэзис же означает, что внутри системы нет ничего, что не было бы элементом системы, а элементы системы могут быть произведены лишь ею самой.

Таким образом, заострение альтернативы приёма или отклонения является ничем иным, кроме как автопоэзисом самой коммуникации. Мир не детерминирует действий системы. У неё есть возможность выбора. Выбирая то или иное действие, система стремится к редукции ситуации до объёма, способного удержать целостность системы. Но редукция всякий раз оборачивается усложнением: каждое действие влечёт за собой множество следствий, которые не поддаются учёту. Чтобы реагировать на усложнившийся мир, система умножает число состояний, совместимых с её структурой, т.е. усложняется, а это ещё более усложняет результаты её функционирования. Ей становится всё сложнее реагировать даже на себя самое. Таким образом, образуются внутренний и внешний горизонты как области, в пределах которых может совершаться отбор информации и выбор способов совершения действий.

## Заключение

- 1) Древнюю и глубокую загадку, которой озадачился ещё Людвиг Виттгенштейн в своём Логико-философском трактате [19], состоящую в том, что мир, который нас окружает, сконструирован таким образом, что может видеть самого себя, Дж. Спенсер–Браун решает совершенно неожиданным поворотом восприятия - введением символизма исчисления индикаций (помечено – непомечено). Этот простой, казалось бы, ход, сразу выводит нас за пределы видимых явлений и даёт возможность переступить через границу восприятия. Так, слово «там» содержит в себе фокус. «Там» существует в реальности не как «где», для имеющегося «там». Нет и вопроса «когда?» Это всё конструкции воображения, это изобретение устойчивых форматов человеческого ума для видимых явлений.
- 2) Любая индикация подразумевает двойственность, так как мы не можем создать вещь, не создав параллельно того, чем она не является, и любая двойственность подразумевает тройственность: то, что есть вещь, то, чем она не является, и граница между ними. И так, как поясняется в главе 1 «Законов формы», невозможно представить что-либо, не определив два состояния, а определить эти два состояния невозможно, не создав трёх элементов. Ни один из них не существует в реальности в отдельности от других.
- 3) При выявлении правил алгебраического манипулирования ДСБ открыто признает существование других систем исчисления, и прежде всего, булевой алгебры. Отличие системы ДСБ от алгебры Буля не только в том, что алгебра ДСБ это система исчисления с одним

состоянием (помечено или не помечено), а булева алгебра с двумя (истинно и ложно), но прежде всего в том, что ДСБ таким способом неявно вводит второго наблюдателя, что делает логические рассуждения более реалистичными.

- 4) В обыденном сознании предполагается, что «ничто» (в нашем эмпирическом понимании – ненаблюдаемое) не может иметь никаких последствий. Даже с точки зрения здравого смысла это не так. Ничто – это непроявленность бытия. Отмечая одну сторону бытия, мы должны понимать, что по другую сторону остаётся не ничто, а что-то, что может быть чем угодно. Позиции наблюдателей могут быть диаметрально противоположны, но самое главное, что они могут сосуществовать в одном и том же научном сообществе. Опровержение оппонента не может строиться на логическом анализе его рассуждений. Такой анализ показывает лишь сводимость или несводимость новой истины (отмеченной стороны) к уже существующим (отмеченным состояниям других наблюдателей).

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] *Spenser-Brown, G.* Laws of Form / G. Spenser-Brown. - Allen and Unwin, London, 1969.
- [2] *Keys, J.* Only Two can play This Game / J. Keys - Cat Books, 17 Halifax Rd, Cambridge, 1971. – 144 p.
- [3] *Грязнов, А.Ю.* Абсолютное пространство как идея чистого разума / А.Ю. Грязнов // Вопросы философии. – 2004. - №2. - С. 127-147.
- [4] *Герц, Г.* Принципы механики, изложенные в новой связи / Г. Герц. - М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 388 с.
- [5] *Попков, В.В.* Двойственность и единство видимых и «невидимых» переменных в механике Генриха Герца и диакопике Габриэля Крона / В.В. Попков, Е.В. Шипицын // Вестник Международного Института А. Богданова. – 2004. - №18(2).
- [6] *Березуев, Р.И.* Неформализуемость ненаблюдаемого и парадокс лжеца / Р.И. Березуев // Квантовая Магия. – 2006. – Т. 3. - Вып. 2. - С. 2131-2142.
- [7] *Каминский, А.В.* Анатомия квантовой суперпозиции (3-х битная Вселенная) / А.В. Каминский // Квантовая Магия. – 2006. – Т. 3. - Вып. 1. - С. 1130-1142.
- [8] *Banaschewski, B.* On G. Spencer Brown's Laws of Form / B. Banaschewski // Notre Dame Journal of Formal Logic. – 1977. – No. 18(3). – P. 507-509.
- [9] *Robertson, G.* Some-thing from No-thing: G. Spenser-Brown's Laws of Form / G. Robertson // Cybernetics & Human Knowing. - 1999. - Vol.6. - No.4. - P. 43–55.
- [10] *Коржибский, А.* Наука и психическое здоровье (книга 2): общее введение в не-аристотелевы системы и общую семантику / А. Коржибский // Перевод на русский О. Матвеева, 2007. - <http://www.ligis.ru/librari/2465.htm> - (актуально на 02.02.15).
- [11] *Флоренский, П.А.* Мнимости в геометрии: расширение области двумерных образов геометрии (опыт нового истолкования мнимостей) / П.А. Флоренский. - М.: ЛИБРОКОМ, 2009. – 72 с.
- [12] *Богданов, А.А.* Эмпириомонизм / А. Богданов. - М.: Изд-во Республика, 2003. – 400 с.
- [13] *Богданов, А.А.* Тектология: всеобщая организационная наука / А.А. Богданов. - М.: Финансы, 2003. – 496 с.
- [14] *Васильев, Н.А.* О частных суждениях, о треугольнике противоположностей, о законе исключенного четвертого / Н.А. Васильев // Воображаемая логика. Избранные труды. – М.: Наука, 1989. – 264 с.
- [15] *Матурана, У.* Древо познания: биологические корни человеческого понимания / У. Матурана, Ф. Варела. - М.: Прогресс-Традиция, 2001. – 224 с.
- [16] *Бэйтсон, Г.* Шаги в направлении экологии разума. Избранные статьи по теории эволюции и эпистемологии / Г. Бэйтсон - М.: Комкнига, 2005. -248 с.
- [17] *Bricken, W.* Distinction Networks / W. Bricken // Proc. 19th Annual German Conference on Artificial Intelligence, (Bielefeld, Germany, September 11 - 13, 1995). Eds.: I. Wachsmuth, C.R. Rollinger and W. Brauer. - Springer-Verlag, 1995. - P. 35-48.
- [18] *Луманн, Н.* Что такое коммуникация? / Перевод с нем. Д. В. Озирченко // Социологический журнал. — 1995. — № 3. — С. 114—125
- [19] *Виттгенштейн, Л.* Логико-философский трактат. Л. Виттгенштейн. - М: АСТ, 2010. – 100 с.

## G. SPENCER–BROWN’S ARITHMETIC OF CONSCIOUSNESS

V.V. Popkov

International Alexander Bogdanov Institute, Ekaterinburg, Russia  
president.ibi@mail.ru

### Abstract

The article presents a short review of ideas of G. Spencer–Brown – the British logician, mathematician and philosopher, the author of the original theory of calculation of indications providing a basis for the imagined or dual logic, considering a duality and self-reference character of human knowledge. In addition, questions of manifestation of observable and not observable are considered in connection with Spencer-Brown’s ideas. The comparative analysis of “arithmetic of consciousness” of Spencer–Brown and Boolean algebra is carried out. An ontological asymmetry of logic of Aristotle and its overcoming by means of algebra and Spencer–Brown’s arithmetic is shown on examples. Based on the laws of form, two classes of phenomena, and accordingly, the related concepts that are relevant to answering the questions: “what is happening?” and “what is hidden behind this?” are demonstrated. The role of calculation of indications, as mathematical apparatus for modeling of cognitive processes is shown.

**Keywords:** *distinction, indication, duality, self-reference, form, not observable, Boolean algebra.*

### References

- [1] *Spencer-Brown, G.* Laws of Form / G. Spencer-Brown. - Allen and Unwin, London, 1969.
- [2] *Keys, J.* Only Two can play This Game / J. Keys - Cat Books, 17 Halifax Rd, Cambridge, 1971. – 144 p.
- [3] *Gryaznov, A.Yu.* Absolutnoe prostranstvo kak ideya chistogo razuma [Absolute space as an idea of pure reason]. //Voprosy filosofii. - 2004. – No. 2. - P. 127-147. (In Russian)
- [4] *Hertz, H.* Prynziipy mekhaniki izlozhennye v novoy svyazi [Principles of mechanics presented in a new relation] / H. Hertz. - M.: Publishing house of the USSR Academy of Sciences, 1959. – 388 p. (In Russian)
- [5] *Popkov, V.V.* Dvoystvennost i edinstvo vidimyyh i nevidimyyh peremennykh v mekhanike Henriha Hertzta i diakoptike Gabriela Krona [Duality and unity of the visible and invisible variables in the Heinrich Hertz’s mechanics and Gabriel Kron’s diakoptic]. / V.V. Popkov, E.V. Shipytzyn // The Bulletin of The International Institute A. Bogdanov, 2004, No.18(2). (In Russian)
- [6] *Berezuev, R.I.* Neformalizuemost nenabludaemogo i paradox lzheza [Unformalizability unobservable and the paradox of the liar] / R.I. Berezuev // Qvantovaya magia. - 2006. – V. 3. - Issue 2. - P. 2131-2142. (In Russian)
- [7] *Kaminsky, A.V.* Anatomia kvantovoy superpozicii (3-bitnaya vseleynaya) [Anatomy of quantum superposition (3-bit universe)] / A.V. Kaminsky // Qvantovaya magia. - 2006. – V. 3. - Issue 1. - P. 1130-1142. (In Russian)
- [8] *Banaschewski, B.* On G. Spencer Brown’s Laws of Form / B. Banaschewski // Notre Dame Journal of Formal Logic. – 1977. – No. 18(3). – P. 507-509.
- [9] *Robertson, G.* Some-thing from No-thing: G. Spenser-Brown’s Laws of Form / G. Robertson // Cybernetics & Human Knowing. - 1999. - Vol.6. - No.4. - P. 43–55.
- [10] *Korzybski, A.* Science and Sanity: An Introduction to Non-Aristotelian Systems and General Semantics. (Preface by Robert P. Pula.) — Institute of General Semantics, 1994. Hardcover, 5th edition. - 824 p.
- [11] *Florensky, P.A.* Mnimosti v geometrii: rasshirenie oblasti dvumernyyh obrazov v geometrii (opyt novogo istolkovaniya mnimostey) [Imaginary in geometry: expanding the field of two-dimensional images of the geometry (the experience of a new interpretation of the imaginary materials)] / P.A. Florensky. – M.: Editorial URSS, 2004. – 72 p. (In Russian)
- [12] *Bogdanov, A.* Empiriomonism [Empiriomonism] / A. Bogdanov. - M.: Publishing house “Republic”, 2003. – 400 p. (In Russian)
- [13] *Bogdanov, A.A.* Tektologiya: vseobshaya organizacionnaya nauka. [The Tectology: universal organizational science] / A.A. Bogdanov. - M.: Finance, 2003. – 496 p. (In Russian)
- [14] *Vasilyev, N.A.* O chastnykh syzhdeniyah, treugolnike protivopolozhnostey, zakone iskluchennogo chetvertogo. [On private judgments, the triangle of opposites, the law of excluded fourth. Imaginary logic]. / N.A. Vasilyev // Vobrazhaemaya logika. Selected works. – M.: Nauka, 1989. – 264 p. (In Russian)
- [15] *Maturana, H.* Derevo poznaniya: biologicheskie korni chelovecheskogo ponimaniya [The Tree of knowledge: biological roots of human understanding] / H. Maturana, F. Varela. - M.: Progress-Tradition, 2001. (In Russian)

- [16] **Bateson, G.** Steps to an Ecology of Mind: Collected Essays in Anthropology, Psychiatry, Evolution, and Epistemology, Published April 15th 2000 by University Of Chicago Press, - 565 p.
- [17] **Bricken, W.** Distinction Networks / W. Bricken // Proc. 19th Annual German Conference on Artificial Intelligence, (Bielefeld, Germany, September 11 - 13, 1995). Eds.: I. Wachsmuth, C.R. Rollinger and W. Brauer. - Springer-Verlag, 1995. - P. 35-48.
- [18] **Luhmann, N.** Shto takoe komunikatziya? [What is communication?] / Translated from German by D. V. Ozirchenko // Sociologic journal. — 1995. — No. 3. — pp. 114—125. Also Center of humanitarian technologies. Informational and analytical portal. (In Russian) - <http://gtmarket.ru/laboratory/expertize/2954> (valid on 1.02.2015)
- [19] **Wittgenstein, L.** Logiko-filosofski slovar [Logico-philosophical treatise]. - M: AST, 2010. – 100 p. (In Russian)

## Сведения об авторе



**Попков Валериан Владимирович**, 1949 г. рождения. Окончил Уральский государственный университет (1972) и Свердловский институт народного хозяйства (1983), д.э.н. (2002), профессор (2006). Директор Автономной некоммерческой организации «Международный институт Александра Богданова». Автор 130 публикаций и 7 монографий (4 в соавторстве). Область научных интересов: финансы и кредит, эволюционная экономика, эконофизика, экономический конструктивизм, теория познания.

**Valerian Vladimirovich Popkov**, (b. 1949). He graduated from the Ural State University (1972) and the Sverdlovsk Institute of National Economy (1983), Doctor of Economics (2002), Professor (2006). Director of the Autonomous nonprofit organization “International Alexander Bogdanov Institute”. The author of 130 publications and 7 monographs (4 with coauthors). Research interests: finance and credit, evolutionary economics, econophysics, economic constructivism, epistemology.

УДК 519.61

## АНАЛИЗ ПОВЕДЕНИЯ ФУНКЦИЙ, ЗАДАНЫХ С ТОЧНОСТЬЮ ДО ИНТЕРВАЛА

**В.И. Левин**

*Пензенский государственный технологический университет, Пенза, Россия  
vilevin@mail.ru*

### **Аннотация**

Рассмотрены существующие подходы к расчёту, анализу, синтезу и оптимизации систем в условиях неопределённости. Сформулирована и подробно описана задача вычисления и анализа поведения неполностью определённой функции, заданной с точностью до интервала возможных значений. Для решения этой задачи предложен алгоритм детерминизации, который позволяет свести задачу к двум аналогичным – для верхней и нижней граничных функций исходной неполностью определённой функции. В этом алгоритме используется аппарат интервальной математики и интервально-дифференциального исчисления. Выделены различные типы возможного поведения интервальных функций (постоянство, возрастание, убывание, расширение, сужение) и различные типы экстремальных точек этих функций (точка максимума, точка минимума, точка максимального расширения, точка минимального расширения). Доказаны теоремы, позволяющие выделять участки различного поведения интервальных функций и точки с различными видами их экстремума. Подробно описана работа предложенного алгоритма детерминизации, позволяющего анализировать поведение интервальных функций. Эта работа проиллюстрирована на конкретном примере.

***Ключевые слова:** оптимизация систем, неопределённость, детерминированная функция, интервальная функция, анализ поведения функций.*

### **Введение**

Современная наука и практика обработки информации успешно справляется с задачами исследования различных систем с полностью определёнными (детерминированными) параметрами. Эти задачи обычно формулируются как задачи расчёта, анализа и синтеза тех или иных функций с детерминированными параметрами, служащих соответствующими характеристиками изучаемых систем. Но на практике часто встречаются другие системы – системы с неточно известными, т.е. неполностью определёнными (недетерминированными) параметрами. Причины появления таких систем заключаются в естественной неопределённости, свойственной многим реальным процессам, происходящим в системах; в неточном задании параметров большинства систем из-за неизбежных погрешностей при их вычислении или измерении; в изменении во времени параметров систем; в необходимости или целесообразности совместного исследования целых семейств однотипных систем, имеющих одинаковые функции-характеристики и различающиеся лишь значениями параметров этих функций. Учёт неопределённости систем особенно важен при их проектировании, поскольку полная определённость в работе системы появляется лишь на последних этапах её создания.

Исследование введённых неопределённых систем формулируется в виде задач расчёта, анализа и синтеза различных функций с недетерминированными параметрами, служащих соответствующими характеристиками данных систем. Все эти задачи значительно сложнее их вышеупомянутых детерминированных аналогов, которые приходится решать при исследовании систем с детерминированными параметрами. Усложнение связано с тем, что алгебра недетерминированных чисел сложнее алгебры детерминированных чисел.



## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- [1] **Фихтенгольц, Г.М.** Курс дифференциального и интегрального исчисления. Т. 1. / Г.М. Фихтенгольц. – М.: Физматлит, 2001. – 616 с.
- [2] **Левин, В.И.** Интервальная производная и начала недетерминистского дифференциального исчисления / В.И. Левин // *Онтология проектирования*. – 2013. – № 4(10). – С. 72–84.
- [3] **Милн, В.Э.** Численный анализ / В.Э. Милн. – М.: Издательство иностранной литературы, 1980. – 350 с.
- [4] **Алефельд, Г.** Введение в интервальные вычисления / Г. Алефельд, Ю. Херцбергер. – М.: Мир, 1987. – 360 с.
- [5] **Левин, В.И.** Интервальные методы оптимизации систем в условиях неопределённости / В.И. Левин. – Пенза: Изд-во Пензенского технологического института, 1999. – 101 с.
- [6] **Левин, В.И.** Оптимизация в условиях интервальной неопределённости. Метод детерминизации / В.И. Левин // *Автоматика и вычислительная техника*. – 2012. – №4. – С. 17–25.
- [7] **Tsoukias, A.** A Characterization of PQI Interval Orders / A. Tsoukias, P. Vincke // *Discrete Applied Mathematics*. – 2003. - №127(2). – P. 387-397.
- [8] **Ozturk, M.** Positive Negative Reasons in the Interval Comparisons: Valued PQI Interval Orders / M. Ozturk, A. Tsoukias // *LAMSADE-CNRS: Universite Paris Dauphine*. 2004. – 7 p.
- [9] **Davidov, D.V.** Identification of Parameters of Linear Interval Controllable Systems with the Interval Observation / D.V. Davidov // *Journal of Computer and Systems Sciences International*. – 2008. - Vol. 47. – №6. – P. 861–865.
- [10] **Пиявский, С.А.** Простой и универсальный метод принятия решений в пространстве критериев «стоимость–эффективность» / С.А. Пиявский // *Онтология проектирования*. – 2014. – № 3(13). – С. 89–102.
- [11] **Боргест, Н.М.** Ключевые термины онтологии проектирования: обзор, анализ, обобщения / Н.М. Боргест // *Онтология проектирования*. – 2013. – № 3(9). – С. 9–31.

## ANALYSIS OF FUNCTIONS WHICH SPECIFIED UP TO INTERVAL

V.I. Levin

*Penza State Technological University, Penza, Russia*  
vilevin@mail.ru

### Abstract

The existing approaches to the calculation, analysis, synthesis and optimization of systems under conditions of uncertainty are considered. The problem of calculating and analyzing the behavior of is not fully determined function specified up to a range of possible values is formulated and described in detail. To solve this problem, an algorithm of determination is proposed, which reduces the problem to two similar problems - the upper and lower boundary functions of the original incompletely defined function. This algorithm uses means of interval mathematics and interval-differential calculus. We highlighted the different types of possible behavior of interval functions (consistency, increase, decrease, expansion, contraction) and various types of extreme points of these functions (the maximum point, minimum point, the point of maximum expansion, the point of minimum expansion). The theorems admitting to allocate areas in the different behavior of interval functions and points of their various extreme are proved. The execution of the proposed determination algorithm that allows to analyze the behavior of interval functions is described. This operation is illustrated in the specific example.

**Keywords:** *problem of system optimization, uncertainty, deterministic function, interval function, analysis of functions, boundary function.*

### References

- [1] **Fihtengolz, G.M.** Kurs Differencialnogo i Integralnogo Ischisleniya. T. 1. [Course of differential and integral calculus. Vol. 1] / G.M. Fihtengolz. – М.: Fizmatlit, 2001. – 616 p. (In Russian).
- [2] **Levin, V.I.** Intervalnaya Proizvodnaya i Nachala Nedeterministskogo Differencialnogo Ischisleniya [The interval derivative and the basis of nondeterministic differential calculus] / V.I. Levin // *Ontologia Proektirovania*. – 2013. – № 4(10). – P. 72–84. (In Russian).
- [3] **Miln, V.E.** Chislennyi analiz [Numerical analysis] / V.E. Miln. – М.: Izdatelstvo Inostrannoy Literatury, 1980. – 350 p.
- [4] **Alefeld, G.** Introduction to Interval computation / G. Alefeld, J. Herzberger. – N.Y.: Academic Press, 1983 – 352 p.

- [5] **Levin, V.I.** Intervalnye Metody Optimizatsii Sistem v Usloviyah Neopredelennosti [Interval methods of optimization systems under uncertainty] / V.I. Levin. – Penza: Izd-vo Penzenskogo Technologicheskogo instituta, 1999. – 101 p. (In Russian).
- [6] **Levin, V.I.** Optimizatsiya v Usloviyah Intervanoy Neopredelennosti. Metod Determinizatsii [Optimization under interval uncertainty. Determinization method] / V.I. Levin // Avtomatika i Vychislitel'naya Tehnika. – 2012. – No. 4. – P. 157-163. (In Russian).
- [7] **Tsoukias, A.** A Characterization of PQI Interval Orders / A. Tsoukias, P. Vincke // Discrete Applied Mathematics. – 2003. - №127(2). – P. 387-397.
- [8] **Ozturk, M.** Positive Negative Reasons in the Interval Comparisons: Valued PQI Interval Orders / M. Ozturk, A. Tsoukias // LAMSADE-CNRS: Universite Paris Dauphine. 2004. – 7 p.
- [9] **Davidov, D.V.** Identification of Parameters of Linear Interval Controllable Systems with the Interval Observation / D.V. Davidov // Journal of Computer and Systems Sciences International. – 2008. - Vol. 47. – №6. – P. 861–865.
- [10] **Piyavskiy, S.A.** Prostoy I Universalniy Metod Prinyatiya Resheniy v Prostranstve Kriteriev «Stoimost'–Effektivnost'» [A Simple and universal method of decision making within the scope of criteria of “cost and efficiency”] / S.A. Piyavskiy // Ontologia Proektirovaniya. – 2014. – No. 3(13). – P. 89–102. ISSN 2223-9537 / 2313-1039 (In Russian).
- [11] **Borgest, N.M.** Kluchevye Terminy Ontologii Proektirovaniya: obzor, analiz, obobsheniya [Keywords of Ontology of Designing: Review, Analysis, Generalisation] / N.M. Borgest // Ontologia Proektirovaniya. – 2013. – No. 3(9). – P. 9–31. ISSN 2223-9537 / 2313-1039 (In Russian).

## Сведения об авторе



**Левин Виталий Ильич** окончил Каунасский политехнический институт, Открытый университет Израиля. Доктор технических наук, профессор, PhD, Full Professor, заведующий кафедрой математики (1975–2000), советник ректора по науке (2006–2011) Пензенского государственного технологического университета, профессор Московского университета им. С.Ю. Витте (с 2003 г.). В списке научных трудов сотни работ (в том числе десятки монографий) по логике; математическому моделированию в технике, экономике, социологии, принятию решений; оптимизации; теории надёжности; истории науки; проблемам образования. Действительный член МАИ, ЕАИ, МАНЭБ и АСН, заслуженный деятель науки Российской Федерации, лауреат международных премий «Соросовский профессор», международный эксперт в области социологии конфликта и рейтингования университетов.

**Vitaly Ilyich Levin** graduated from Kaunas Politechnical Institute, Open University of Israel, Doctor of Engineering Science, Professor, PhD, Full Professor. Head of Mathematics Department (1975–2000), the scientific counselor of rector (2006–2011) of Penza State Technological University, professor of Moscow University named after S.J. Vitte (since 2003). He is the autor of hundreds of publications (among them dozens of monographs), in logic; mathematical modelling of engineering, economics, sociology; optimization; reliability; history of science; education problems. The member of IIA, EIA, IAELP, ASS. Honoured scientist of Russia, Laureate of International Prizes “Soros Professor”, International Reviewer in Sociology of conflicts and University ranking.

**III международная конференция  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ  
РЕШЕНИЙ (ITIDS'2015)  
18-21 мая 2015 г., Уфа, Россия**

**ОРГАНИЗАТОРЫ**

Министерство образования Республики Башкортостан  
Уфимский государственный авиационный технический университет  
Институт социально-экономических исследований

**ОСНОВНАЯ ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ**

- нечеткие модели и методы;
- нейросетевые технологии;
- распознавание образов;
- эволюционные и иммунные алгоритмы;
- интеллектуальные модели;
- системный анализ;
- методы принятия решений в технических системах;
- поддержка принятия решений в чрезвычайных ситуациях;
- облачные вычисления;
- роботы и робототехнические системы.

**КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

Председатель оргкомитета: д.т.н., проф. Юсупова Н.И.  
450000, Уфа, ул. К. Маркса, 12, УГАТУ, факультет информатики и робототехники, ауд. 6-417а.  
Тел.: (347) 2737967. e-mail: ITIDS2013@gmail.com

**XV международная научная конференция им. Т.А.Гаран  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ  
ИНФОРМАЦИИ (ИАИ-2015)  
20-22 мая 2015 г., Киев, Украина**

**ОРГАНИЗАТОРЫ**

Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины  
Российская ассоциация искусственного интеллекта  
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
Национальный технический университет Украины «КПИ»  
Институт прикладного системного анализа

**ОСНОВНАЯ ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ**

- интеллектуальный анализ данных;
- методы инженерии знаний;
- интеллектуальный поиск и анализ информации в локальных и глобальных сетях;
- интеллектуальный анализ данных в социальной сфере и гуманитарных исследованиях;
- интеллектуальные обучающие системы;
- интеллектуальные системы для дистанционного обучения и контроля знаний;
- прикладные системы интеллектуального анализа данных;
- интеллектуальные компьютерные средства;
- методы искусственного интеллекта при моделировании систем.

**КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

Ответственный секретарь: Копычко С.Н. Секретариат: Темникова Е.Л., Тавров Д.Ю.  
03056, Киев, пр. Перемоги, 37, НТУУ «КПИ», кафедра прикладной математики, корп. 14, комн. 60.  
Тел.: (+38-044) 406-81-77, 454-96-96. Факс: (+38-044) 406-84-58. iaikpi@ukr.net, temnikova\_elena@ukr.net

**XVII Международная конференция  
ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ  
В СЛОЖНЫХ СИСТЕМАХ (ПУМСС-2015)  
22-25 июня 2015 г., Самара, Россия**

**ОРГАНИЗАТОР**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт проблем управления сложными системами Российской академии наук (ИПУСС РАН)

**ОСНОВНАЯ ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ**

- современная теория оптимального управления и её приложения;
- информационные технологии в управлении;
- процессы управления в обществе (в социальных, экономических и политических системах);
- управление космическими полётами;
- автоматизация и интеллектуализация эргатических систем управления;
- человек в техногенном мире: управление, взаимодействие и интеграция;
- управление в сложных технических системах;
- измерения, контроль и диагностика в экстремальных условиях.

**КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

443020, Самара, ул. Садовая, 61, ИПУСС РАН, E-mail cscmp@iccs.ru,  
тел. (846) 333-26-77 – Боровик Сергей Юрьевич, ученый секретарь программного комитета,  
тел/факс (846) 333-27-70 – Моисеева Татьяна Владимировна, ученый секретарь оргкомитета.

**XX Байкальская Всероссийская конференция с международным участием  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ  
ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И УПРАВЛЕНИИ  
29 июня - 7 июля 2014 г., Иркутск–Байкал, Россия**

**ОРГАНИЗАТОРЫ**

Президиум Иркутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук  
Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН  
Институт динамики систем и теории управления СО РАН  
Иркутский государственный технический университет  
Иркутский государственный университет путей сообщения

**ОСНОВНАЯ ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ**

- теоретические и методологические аспекты информационных и математических технологий;
- математическое моделирование в научных исследованиях, вычислительная математика, оптимизация;
- семиотический подход к построению интеллектуальных систем, информационное и семантическое моделирование;
- интеллектуальные вычисления (Intelligent computing) и интеллектуальная поддержка принятия решений;
- ситуационные центры, ситуационное управление и системы поддержки принятия решений в управлении;
- корпоративные информационные, геоинформационные, интеллектуальные системы;
- параллельные и распределенные вычисления, GRID- технологии, облачные вычисления;
- методы, технологии и инструментальные средства создания Smart Grid (интеллектуальных энергетических систем);
- кибербезопасность (защита информационных систем критически важных инфраструктур).

**КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

664033, Иркутск, Лермонтова, 130, ИСЭМ СО РАН, e-mail: imt@isem.sei.irk.ru, www.sei.irk.ru/sei34  
Телефон: (3952) 500-646 доп. 440. Макагонова Надежда Николаевна, Курганская Ольга Викторовна

## Рекомендуемые издания 2014-2015 года по тематике журнала



**Боргест Н.М.** *Будущее университета. Онтологический подход.* LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. - 112 с.

Кратко показана история становления и развития университета, как важного элемента общественно-государственной системы развития цивилизации. На основе онтологического анализа рассмотрены сущности предметной области «университет». Приведён анализ оценки будущего высшей школы России, а также анализ моделей и стратегий развития университетов. Показаны примеры и технологии реализации проектного обучения в вузах России и за рубежом. Представлен материал по автоматизации процессов, сопровождающих деятельность университета. Система менеджмента качества на базе стандарта ISO 9000 рассматривается как первый шаг на пути к автоматизации процессов в университете.



**Дебольский Н.Г.** *Философия будущего: Соображения о её начале, предмете, методе и системе.* URSS, 2015. - 184 с.

Книга русского философа, психолога, педагога Н.Г. Дебольского (1842-1918), в которой он выступает в защиту метафизической теории познания, критикуя противоположную, эмпирическую точку зрения на предмет философии. Цель автора - показать, что «возможно метафизическое, или онтологическое познание, то есть познание того, что существует в себе»; что, кроме учения о явлениях, возможно учение о «вещах в себе». Критически анализируя положения крайнего и умеренного эмпиризма, Н.Г. Дебольский приходит к выводу о единственно возможном онтологическом начале познания.



**Колесник Г.В.** *Моделирование конкуренции в иерархических социально-экономических системах.* URSS, 2015. - 352 с.

На основе принципов и подходов мезоэкономики, институциональной теории, теории игр и теории активных систем развивается инструментарий, позволяющий исследовать влияние, которое оказывает структура взаимосвязей и взаимоотношений между агентами в мезоэкономических системах на протекание и результаты их деятельности. Выявлены общие закономерности протекания процессов конкуренции между агентами в иерархических структурах, которые исследованы для широкого класса социально-экономических систем, в том числе для корпоративных структур, рынков, систем государственного управления.



**Гречко П.К.** *Онтометодологический дискурс современности: Историческая продвинутость и её вызовы.* URSS, 2015. - 312 с.

Представлен анализ фундаментальных измерений постмодерной современности, их содержательно-онтологического наполнения и методологической функционализации. Современность определяется как социально-историческая эпоха, идущая на смену времени Модерна. Показано, что перспективно смотрятся такие современные феномены, как сложность (complexity), концептность, различие и различия, диспозиционность, коммуникативная универсальность, медийная информация и коммуникативные месиджи-смыслы, альтернатива и альтернативность, техногенность.



**Новиков А.М., Новиков Д.А.** *Методология научного исследования. Изд. 3.* URSS, 2015. - 272 с.

Методология - это учение об организации деятельности. Такое определение однозначно детерминирует и предмет методологии - организация деятельности. В книге с позиций системного анализа в логике современного проектно-технологического типа организационной культуры изложены основы методологии научного исследования (методологии науки, методологии научной деятельности) как учения об организации научной деятельности.

Работа предназначена для методологов науки, всех, кто интересуется проблемами научного исследования, в том числе студентов, аспирантов и докторантов.



**Мадера А.Г.** *Моделирование и принятие решений в менеджменте: Руководство для будущих топ-менеджеров.* URSS, 2015. - 688 с.

Книга посвящена методам и принципам моделирования и принятия решений, применяемым в различных управленческих проблемах. В ней разбираются модели самых разнообразных управленческих ситуаций, методы принятия решений в условиях риска, неопределённости и многокритериальности, финансовое прогнозирование, оптимальные инвестиционные решения. Цель

настоящей книги - научить технологии и методике самостоятельной постановки управленческих проблем, а также методике применения информационных технологий для компьютерного моделирования управления. Основной упор в книге сделан на содержательный смысл всех разбираемых понятий, методов и концепций, которые используются при принятии решений.

## TRIP AROUND THE WORLD Кругосветное путешествие журнала «Онтология проектирования»



Проект нашего научного журнала состоялся!  
Первый номер уже **ПЯТОГО** тома мы с Вами держим в своих руках.  
Теперь нам можно ставить глобальные цели и решать более крупные проектные задачи. Например, спроектировать и реализовать **кругосветное путешествие журнала**, презентовать его в университетах мира... Но наш мир оказался не так велик, если его можно не торопясь облететь на рейсовых самолетах в новогодние каникулы. Поэтому поиск новых целей, как и сама жизнь, продолжается...





*Юбилей члена редколлегии журнала  
«Онтология проектирования»,  
академика АН РТ Сулейманова Д.Ш.*

**27 марта 2015 г.** в Казани состоялась юбилейная конференция, посвященная 5-летию Института «Прикладная семиотика» Академии наук РТ «Семиотическое моделирование в гуманитарной сфере» и 60-летию директора института, академика АН РТ Джавдета Шевкетовича Сулейманова.

Д.Ш. Сулейманов - заслуженный деятель науки Республики Татарстан (2012), лауреат государственной премии РТ по науке и технике (2009), вице-президент АН РТ, директор НИИ «Прикладная семиотика» АН РТ, зав. каф. Информационных систем КФУ, академик АН РТ (2007), профессор кафедры технологий программирования КГУ (2001), доктор технических наук (2000), член союза писателей РТ (2001) - родился 15 марта 1955 года. В 1972 году после окончания средней школы с золотой медалью поступил на механико-математический факультет Казанского государственного университета. После окончания университета с отличием в 1977 году по специальности прикладная математика, начал трудовую деятельность на кафедре теоретической кибернетики КГУ: аспирант, ассистент, старший преподаватель, доцент кафедры теоретической кибернетики. С 2012 года - зав. кафедрой «Информационные системы» Института вычислительной математики и информационных технологий КФУ, профессор кафедры технологии программирования КФУ.

В 1986 году защитил кандидатскую диссертацию, а в 2000 году – докторскую. В 1990-1993 годы заведующий лабораторией искусственного интеллекта КГУ, с 1993 года по 2009 год возглавлял лабораторию «Проблемы искусственного интеллекта». С 2009 года является директором НИИ «Прикладная семиотика» АН РТ.

Им разработана теория автоматизированного диагностирования ответов обучаемого на естественном языке и предложены методы и технология построения систем, основанных на прагматически-ориентированных моделях. Под руководством Сулейманова Д.Ш. и при его участии созданы электронные мультимедийные учебники, которые активно используются в школах РТ и в других регионах России. Созданный программный комплекс татарской локализации компьютерных систем повсеместно используется в делопроизводстве и для преподавания предметов на татарском языке. В настоящее время по заказу правительства РТ осуществлена полная татарская локализация всех операционных систем и офисных приложений фирмы Microsoft, начиная с Windows XP.

*XIV национальная конференция по искусственному интеллекту КИИ-2014*

*Казань, 24-27 октября 2014 г.*



Взгляд на КИИ-2014 Д.Ш. Сулейманова - [http://www.raai.org/resurs/foto/kii2014/kii-2014\\_Suleymanov](http://www.raai.org/resurs/foto/kii2014/kii-2014_Suleymanov)

Индекс 29151

## Подписка на журнал 2015

Продолжается подписка на номера журнала «**Онтология проектирования**» на 2015 год.

Стоимость подписки на год через редакцию журнала 2000 руб.

Подробности на сайте журнала.

Для подписчиков журнала, оформивших подписку на 2015 год, **бонус** от редакции журнала в виде книги, рекомендованной к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королева (национальный исследовательский университет) (СГАУ)» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки магистров (Авиастроение).



Книга может быть полезна аспирантам, научным сотрудникам, инженерам и всем тем, кого интересует суть процесса проектирования.

Пособие по одноименной дисциплине «Онтология проектирования» подготовлено на кафедре конструкции и проектирования летательных аппаратов СГАУ. В нём излагаются теоретические основы новой учебно-научной дисциплины: истоки онтологии, терминологические соглашения, принципы проектирования, психология проектирования, онтология как спецификация концептуализации, языки описания и инструменты проектирования онтологий. На основе системного подхода, достижений информационных технологий и современной философии обосновывается целесообразность дальнейшего развития онтологического анализа начального этапа жизненного цикла сложных систем – этапа проектирования.

Второе издание пособия (1-е вышло в 2010 году) переработано и дополнено. В него вошли материалы, опубликованные автором в период 2010-2014 г.г. в научных журналах и трудах международных научных конференций.

*Ontologists and designers of all countries and subject areas, join us!*



Издательство «Новая техника» - Publisher «New Engineering» Ltd  
Россия, 443010, Самара, ул.Фрунзе 145 - 145, Frunze Str., Samara, 443010, Russia